



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Biológicas**

**Escuela Profesional de Ciencias Biológicas**

**Caracterización ecológica de la fauna de  
macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas  
altoandinas, Ayacucho, Perú**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Biólogo con mención en  
Hidrobiología y Pesquería

**AUTOR**

Manuel Alejandro SILVA POMA

**ASESOR**

Ana Asunción HUAMANTINCO ARAUJO

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Silva, M. (2018). *Caracterización ecológica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas, Ayacucho, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO CON MENCIÓN EN HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERÍA  
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS)**

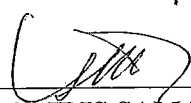
Siendo las 11:10 horas del 12 de setiembre de 2018 en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería de MANUEL ALEJANDRO SILVA POMA.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° 024-EPCB-2018, el titulado expuso su tesis "CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN DOS QUEBRADAS ALTOANDINAS, AYACUCHO, PERÚ", y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 19, calificativo: Aprobado con máximos honores.

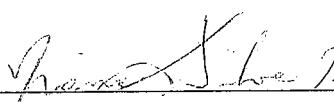
Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería a MANUEL ALEJANDRO SILVA POMA y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 12:05 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 12 de setiembre de 2018.

  
Mg. IRIS SAMANEZ VALER  
(PRESIDENTA)

  
Dra. ANA HUAMANTINCO ARAUJO  
(ASESORA)

  
Dra. DIANA SILVA DAVILA  
(MIEMBRO)

  
Mg. LILIANA TAPIA UGAZ  
(MIEMBRO)

*Esta tesis está dedicada a mi querida madre,  
quien gracias a su esfuerzo y valentía pudo sacarme  
adelante a pesar de todas las adversidades que se  
presentaron durante el camino.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesora de tesis la Dra. Ana Huamantínco, quien muy amablemente me aceptó como su tesista y practicante en el Laboratorio de Macroinvertebrados Acuáticos, agradecerle también por la paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta tesis, siempre tendré presente todos sus consejos y conocimientos transmitidos.

A mi madre Flora, por haberme brindado su apoyo incondicional siempre, es gracias a su invaluable esfuerzo que pude iniciar y culminar la carrera universitaria.

A mi tía Catalina Moreno, por su constante apoyo y preocupación desde el colegio hasta el término de mi carrera profesional.

A mi abuelita Fermina Asencio quien siempre estuvo a mi lado y es como una segunda madre para mí.

A mi tío Efraín, al cual considero como un hermano mayor, le agradezco por su constante interés en el desarrollo de esta tesis.

A mi tío Félix Asencio, por sus constantes palabras de apoyo y preocupación durante mi formación académica y durante el desarrollo de esta tesis, siempre tendré presente sus consejos y enseñanzas.

A mis familiares en Ayacucho Justiniano Tineo, Raúl Tineo, Percy Vargas, Wilber Vargas y Mario Vargas, por las facilidades de alojamiento y la ayuda brindada durante las campañas de muestreo.

A mis amigos los Bach. Smith Cisneros, Thony Neyra por haberme brindado su apoyo durante el tratamiento estadístico de los datos.

A mis amigos los Bach. Rodolfo Castillo, Vanesa Gómez por haber compartido sus conocimientos en taxonomía de insectos acuáticos, aprendí mucho de ellos.

A mi amiga la Bach. Jessica Villanueva por la ayuda brindada en la identificación de muestras.

A mis compañeros del Laboratorio de Macroinvertebrados acuáticos, por sus recomendaciones para la mejora de esta tesis.

A mi amigo el Blgo Luis Castillo, por la ayuda brindada durante una de las campañas de muestreo.

A todos mis amigos del pregrado, por todos los conocimientos que compartieron conmigo dentro y fuera de las aulas.

A mis compañeros de trabajo Juan López, Brenda Reyes, Lady Ramos y Carolina Córdova, por los consejos brindados para la mejoría de esta tesis.

Al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado de la UNMSM por el financiamiento otorgado a través del Programa de Promoción de Tesis de Pregrado, código: B17100724a.

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| 2. MARCO TEÓRICO.....  | 3  |
| 2.1 La comunidad de macroinvertebrados acuáticos .....         | 3  |
| 2.2 Los ríos altoandinos y su importancia.....                 | 4  |
| 2.3 Importancia de los microhábitats .....                     | 6  |
| 2.4 Los gremios tróficos .....                                 | 7  |
| 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....                                 | 8  |
| 3.1 Hipótesis.....   | 8  |
| 3.2 Objetivos .....  | 9  |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS .....                                    | 9  |
| 4.1 Área de estudio .....                                      | 9  |
| 4.2 Diseño de estudio.....                                     | 10 |
| 4.3 Evaluación del estado ecológico .....                      | 12 |
| 4.4 Medición de las variables hidrológicas .....               | 13 |
| 4.5 Medición de los parámetros fisicoquímicos .....            | 13 |
| 4.6 Colecta de macroinvertebrados acuáticos.....               | 14 |
| 4.6 Procesamiento de muestras en laboratorio .....             | 17 |
| 4.7 Evaluación de los gremios tróficos.....                    | 17 |
| 4.8 Tratamiento estadístico de los datos.....                  | 17 |
| 4.8.1 Riqueza específica (S) .....                             | 17 |
| 4.8.2 Abundancia de individuos (N) .....                       | 18 |
| 5.8.3 Estructura comunitaria .....                             | 18 |
| 5.8.4 Análisis multivariado .....                              | 19 |
| 5.8.5 Relación entre variables bióticas y abióticas .....      | 19 |
| 5. RESULTADOS .....  | 20 |
| 5.1 Estado ecológico .....                                     | 20 |
| 5.1.1 Protocolo CERA .....                                     | 20 |
| 5.1.2 Evaluación de la calidad del hábitat fluvial (IHF) ..... | 20 |
| 5.2 Variables hidrológicas .....                               | 21 |
| 5.3 Variables fisicoquímicas .....                             | 22 |



|   |    |
|---|----|
| 5.4 Distribución espacial y temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos .... | 23 |
| 5.5 Quebrada Chicucha .....   | 30 |
| 5.5.1 Análisis univariados.....   | 30 |
| 5.5.1.2 Riqueza específica .....  | 30 |
| 5.5.1.2 Abundancia .....  | 34 |
| 5.5.1.3 Estructura comunitaria .....  | 36 |
| 5.5.2 Análisis multivariados .....  | 40 |
| 5.5.3 Relación entre las variables bióticas y abióticas .....                             | 42 |
| 5.6 Quebrada Ccollpahuaycco .....   | 43 |
| 5.6.1 Análisis univariados.....   | 43 |
| 5.6.1.1 Riqueza específica .....  | 43 |
| 5.6.1.2 Abundancia .....  | 48 |
| 5.6.1.3 Estructura comunitaria de la Quebrada Ccollpahuaycco.....                         | 50 |
| 5.6.2 Análisis multivariados .....  | 53 |
| 5.6.3 Relación entre las variables bióticas y abióticas. ....                             | 56 |
| 5.7 Comparación entre quebradas .....   | 57 |
| 5.7.1 Riqueza específica .....  | 57 |
| 5.7.2 Abundancia .....  | 59 |
| 5.7.3 Índice de diversidad de Shannon Wiener .....  | 62 |
| 5.7.4 Índice de Equidad de Pielou .....   | 64 |
| 5.11 Gremios tróficos.....  | 65 |
| 5.11.1 Gremios tróficos en la quebrada Chicucha .....                                     | 66 |
| 5.11.2 Gremios tróficos en la quebrada Ccollpahuaycco.....                                | 72 |
| 6. DISCUSIÓN.....   | 77 |
| 7. CONCLUSIONES .....   | 88 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 89 |
| 9. ANEXOS .....   | 99 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Valores obtenidos para el protocolo CERA en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.               | 20 |
| <b>Tabla 2.</b> Valores obtenidos para el Índice de Hábitat Fluvial en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 - Julio 2017.    | 21 |
| <b>Tabla 3.</b> Valores obtenidos para el QBR - And en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.                    | 21 |
| <b>Tabla 4.</b> Variables hidrológicas durante los meses de estudio en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 22 |
| <b>Tabla 5.</b> Variables fisicoquímicas durante los meses de estudio en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017. | 23 |
| <b>Tabla 6.</b> Composición en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 23 |
| <b>Tabla 7.</b> Riqueza de especies de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                                 | 30 |
| <b>Tabla 8.</b> Riqueza de especies en cada campaña de muestreo en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                          | 31 |
| <b>Tabla 9.</b> Riqueza de especies promedio de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                        | 32 |
| <b>Tabla 10.</b> Abundancia promedio de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                                | 34 |
| <b>Tabla 11.</b> Índice de Diversidad de Shannon Wiener de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.             | 36 |
| <b>Tabla 12.</b> Índice de Equidad de Pielou de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                        | 38 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 13.</b> Correlación de Spearman entre la estructura comunitaria y los parámetros hidrológicos y fisicoquímicos del agua en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.       | 43 |
| <b>Tabla 14.</b> Riqueza de especies de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.  | 44 |
| <b>Tabla 15.</b> Riqueza de especies en cada campaña de muestreo en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 44 |
| <b>Tabla 16.</b> Riqueza específica promedio de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.  | 45 |
| <b>Tabla 17.</b> Abundancia promedio de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.  | 48 |
| <b>Tabla 18.</b> Índice de Diversidad de Shannon Wiener de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 50 |
| <b>Tabla 19.</b> Índice de Equidad de Pielou de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.  | 52 |
| <b>Tabla 20.</b> Correlación de Spearman entre la estructura comunitaria y los parámetros hidrológicos y fisicoquímicos del agua en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017. | 57 |
| <b>Tabla 21.</b> Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para la riqueza específica.  | 58 |
| <b>Tabla 22.</b> Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para la abundancia.  | 60 |
| <b>Tabla 23.</b> Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para el Índice de Diversidad de Shannon Wiener.  | 62 |
| <b>Tabla 24.</b> Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para el Índice de Equidad de Pielou.   | 64 |
| <b>Tabla 25.</b> Porcentajes de los ítems alimenticios presentes en los Macroinvertebrados Acuáticos en la Quebrada Chicucha.   | 67 |

**Tabla 26.** Porcentajes de los ítems alimenticios presentes en los Macroinvertebrados Acuáticos en la Quebrada Ccollpahuaycco.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de las quebradas Chicucha (3616 msnm) y Ccollpahuaycco (3194 msnm), Ayacucho- Perú.   | 11 |
| <b>Figura 2.</b> Quebrada Chicucha (3616 msnm, figura A) y Ccollpahuaycco (3194 msnm, figura B), Chontaca, Ayacucho, Perú. Setiembre del 2016   | 12 |
| <b>Figura 3.</b> Microhábitats presentes en la Quebrada Chicucha (3616 msnm), Ayacucho-Perú. (A) Hojarasca, (B) Grava, (C) Piedra mediana, (D) Roca, (E) Poza. Setiembre del 2016.                          | 15 |
| <b>Figura 4.</b> Microhábitats presentes en la Quebrada Ccollpahuaycco (3194 msnm), Ayacucho-Perú. (A) Hojarasca, (B) Grava, (C) Piedra mediana, (D) Roca con musgo, (E) Poza con alga. Setiembre del 2016. | 16 |
| <b>Figura 5.</b> Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.                  | 25 |
| <b>Figura 6.</b> Porcentaje de la abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat de la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.              | 27 |
| <b>Figura 7.</b> Porcentaje de la abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat de la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.        | 28 |
| <b>Figura 8.</b> Abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada campaña de muestreo de las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.     | 29 |
| <b>Figura 9.</b> Riqueza específica a nivel de familia en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 31 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 10.</b> Barras de Error Típico de la Riqueza específica por microhábitat en la quebrada Chicucha en las 4 campañas de muestreo (Ayacucho – Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.       | 33 |
| <b>Figura 11.</b> Barras de Error Típico de la Abundancia en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 35 |
| <b>Figura 12.</b> Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.                             | 37 |
| <b>Figura 13.</b> Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.  | 39 |
| <b>Figura 14.</b> Análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico por microhábitats y meses de estudio en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017. | 41 |
| <b>Figura 15.</b> Análisis de Correspondencia Canónica entre los parámetros fisicoquímicos y los meses de estudio en la quebrada Chicucha  | 42 |
| <b>Figura 16.</b> Riqueza específica a nivel de familia en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 45 |
| <b>Figura 17.</b> Barras de Error Típico de la Riqueza específica en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 47 |
| <b>Figura 18.</b> Barras de Error Típico de la Abundancia en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.   | 49 |
| <b>Figura 19.</b> Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.                       | 51 |
| <b>Figura 20.</b> Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.                                  | 53 |
| <b>Figura 21.</b> Análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico por microhábitats y meses de estudio en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú).                               | 55 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 22.</b> Análisis de Correspondencia Canónica entre los parámetros fisicoquímicos y los meses de estudio en la quebrada Ccollpahuaycco.   | 56 |
| <b>Figura 23.</b> Barras de Error Típico de la Riqueza específica (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.                      | 59 |
| <b>Figura 24.</b> Barras de Error Típico de la Abundancia (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.                              | 61 |
| <b>Figura 25.</b> Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante setiembre 2016 – Julio 2017.    | 63 |
| <b>Figura 26.</b> Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.               | 65 |
| <b>Figura 27.</b> Ítems alimenticios presentes en intestinos de insectos acuáticos procedentes de las Quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco. Restos animales (A, B y C), Tejido vegetal (D y E), Microalgas (F y G), MOPF (H e I). | 66 |
| <b>Figura 28.</b> Porcentaje promedio de cada ítem alimenticio en los Macroinvertebrados Acuáticos de la quebrada Chicucha.  | 68 |
| <b>Figura 29.</b> Cluster de los géneros estudiados en la quebrada Chicucha, basado en ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.  | 69 |
| <b>Figura 30.</b> Análisis de componentes principales de los géneros presentes en la quebrada Chicucha en base a los ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.  | 70 |
| <b>Figura 31.</b> Proporción de abundancia de los gremios tróficos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Chicucha durante el mes de julio 2017.   | 71 |
| <b>Figura 32.</b> Porcentaje promedio de cada ítem alimenticio en los Macroinvertebrados Acuáticos de la quebrada Ccollpahuaycco.  | 73 |

**Figura 33.** Cluster de los géneros estudiados en la quebrada Ccollpahuaycco, basada en ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017. 74

**Figura 34.** Análisis de componentes principales de los géneros presentes en la quebrada Ccollpahuaycco en base a los ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017. 75

**Figura 35.** Proporción de abundancia de los gremios tróficos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Ccollpahuaycco durante el mes de julio 2017. 76



## RESUMEN

Recientemente los macroinvertebrados acuáticos han tomado un papel importante en el monitoreo de la calidad de agua, pero para su correcto uso es importante conocer su variabilidad natural en quebradas prístinas puesto que esta información puede servir de comparación con quebradas en situación de impacto. Las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco ubicadas en la localidad de Chontaca (Ayacucho, Perú) fueron estudiadas con el objetivo de determinar la diversidad, variación espacio-temporal y caracterizar los gremios tróficos de los macroinvertebrados presentes en ambas quebradas. Se realizaron 4 campañas de muestreo desde setiembre del 2016 hasta julio del 2017, los muestreos fueron realizados en los microhábitats grava, piedra mediana, roca, poza y restos de vegetación retenidos en la corriente. En total se recolectaron 18340 individuos distribuidos en 9 órdenes, 24 familias y 34 géneros, siendo el orden Diptera el más abundante y de mayor riqueza específica con 9 familias y 19 géneros. A nivel espacial la mayor riqueza y abundancia en la quebrada Chicucha (3616 msnm) fue registrada en el microhábitat piedra mediana, mientras que en la quebrada Ccollpahuaycco (3194 msnm) la mayor riqueza se registró en el microhábitat restos de vegetación y la mayor abundancia en el microhábitat poza. A nivel temporal en ambas quebradas, la mayor riqueza y abundancia se presentaron en la época seca (julio y setiembre). El factor temporal predominó sobre el espacial en determinar la estructura de la comunidad, siendo los meses de setiembre y julio los meses de mayor estabilidad ambiental en ambas quebradas. La determinación de los gremios tróficos en los géneros más importantes mostró que la principal fuente de alimento utilizada es el detrito fino, lo que determinó que el gremio trófico detritívoro sea predominante.

**Palabras clave:** Quebradas altoandinas, macroinvertebrados acuáticos, diversidad, microhábitat, gremio trófico.

## ABSTRACT

Recently, aquatic macroinvertebrates have taken an important role in monitoring water quality, but for its correct use it is important to know its natural variability in pristine streams, since this information can be compared with ravines in an impact situation. The Chicucha and Ccollpahuaycco streams located in the town of Chontaca (Ayacucho, Peru) were studied with the aim of determining the diversity, spatio-temporal variation and characterizing the trophic guilds of the macroinvertebrates present in both streams. Four sampling campaigns were carried out from September 2016 to July 2017, the samplings were made in the microhabitats gravel, medium stone, rock, pool and remains of vegetation retained in the stream. A total of 18340 individuals were collected and they distributed in 9 orders, 24 families and 34 genders, being the Diptera order the most abundant and featuring the highest specific richness with 9 families and 19 genera. At a spatial level, the greatest richness and abundance in the Chicucha creek (3616 masl) was recorded in the medium stone microhabitat, while in the Ccollpahuaycco creek (3194 masl) the greatest richness was recorded in the remains of vegetation microhabitat and the greatest abundance, in the pond microhabitat. At a temporal level, in both streams, the greatest richness and abundance occurred in the dry season (July and September). The temporal factor prevailed over spatial in determining the structure of the community, being the months of September and July the months of greater environmental stability in both streams. The determination of the trophic guilds in the most important genera showed that the main source of food used is the fine detritus, which determined that the detritivore trophic guild is predominant.

**Key words:** High Andean streams, aquatic macroinvertebrates, diversity, microhabitat, trophic guild.

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es una de las sustancias más abundantes de nuestro planeta y es imprescindible para el funcionamiento de la vida que en ella habita. El agua dulce de la tierra corresponde aproximadamente al 3% del total del agua existente, sin embargo, solo una cuarta parte forma parte de los cuerpos continentales dulceacuícolas superficiales y subterráneos (Ramírez & San Martín 2006).

Los ecosistemas acuáticos continentales representan la principal fuente de agua para consumo humano, agricultura y otras actividades por parte del hombre (Fernández 2012), también albergan una gran diversidad de especies como peces, algas y macroinvertebrados, a pesar de ello estos ecosistemas continúan sufriendo grandes impactos, siendo en su mayoría por factores antrópicos (Meza *et al.*, 2012). En el Perú el deterioro de la calidad del agua es uno de los mayores problemas, siendo sus principales causas la contaminación industrial, falta de tratamiento de aguas servidas, producción de cocaína, uso indiscriminado de agroquímicos y el deterioro de las cuencas de los ríos por actividades antrópicas (MINAM 2008, ANA 2015). Organismos como los macroinvertebrados acuáticos se ven afectados por dichos impactos provocando así la disminución de algunas especies y el aumento de otras (Prat *et al.*, 2009).

Los macroinvertebrados acuáticos son el grupo más diverso en los ecosistemas de agua dulce del mundo y de Sudamérica (Balian *et al.*, 2008), a pesar de ello existen vacíos de información, los cuales son los principales obstáculos para el manejo y conservación de los recursos hídricos de América Latina (Ramírez & Gutiérrez 2014). Estos vacíos de información se evidencian en la escasez de conocimiento de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en zonas altoandinas (Jacobsen, 2008).

En el Perú existen diferentes ecosistemas acuáticos altoandinos como por ejemplo arroyos, quebradas, ríos, bofedales, entre otros; existen ecosistemas altoandinos prístinos y son aquellos que presentan pocos disturbios antrópicos, en nuestro país se conoce poco sobre su diversidad y sobre el flujo de energía que se lleva a cabo en estos ecosistemas muy amenazados y que no están siendo gestionados adecuadamente ya que vienen siendo afectados principalmente por la minería, creando conflicto entre los pobladores y las mineras (Zegarra *et al.*, 2007). Pese a ello los estudios que se vienen realizando son escasos o de restringida difusión, como por ejemplo, los estudios de impacto ambiental que en su mayoría no son publicados y forman parte de una extensa bibliografía gris (Acosta 2009).

En la actualidad, los macroinvertebrados acuáticos han tomado importancia en el biomonitoreo, son considerados como buenos indicadores de calidad de agua, ya que son sensibles a cambios ambientales (Rosenberg & Resh 1993, Roldan 2003), sin embargo, para su correcto uso como bioindicadores es fundamental saber cómo varían de manera natural en espacio y tiempo en condiciones naturales y sin disturbios antrópicos.

Es por ello que el presente trabajo de investigación busca contribuir al conocimiento de la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, su variación espacio-temporal y los gremios tróficos en dos quebradas altoandinas (3194 y 3616 msnm) bajo condiciones naturales.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La comunidad de macroinvertebrados acuáticos**

El Convenio sobre la Diversidad Biológica definió la diversidad biológica como la variabilidad entre todos los organismos vivos y sus relaciones dentro de los ecosistemas terrestres, marinos u otros ecosistemas acuáticos (CBD,1992). En los ecosistemas acuáticos continentales los invertebrados son el grupo que dominan en abundancia y diversidad, los que son definidos como aquellos organismos que se pueden observar a simple vista y están representados en muchos filos, entre ellos: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha, y dentro de estos grupos los insectos (Arthropoda) son los que predominan en dichos ecosistemas (Hanson *et al.*, 2010); estos organismos están adaptados a vivir en zonas más o menos particulares del ambiente acuático, lo que está relacionado con las características morfológicas, comportamentales y fisiológicas que poseen (Hamada *et al.*, 2014).

Los macroinvertebrados acuáticos continentales tienen gran importancia en la transferencia de energía ya que consumen la materia orgánica que es producida por organismos fotosintéticos en el agua y la que procede del ecosistema terrestre (bosques de ribera) y la transfieren a sus depredadores; por lo tanto, la alteración de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos afecta a otros animales como peces y aves (Fernández 2012).

La mayoría de las metodologías de monitoreo de los ecosistemas acuáticos están basadas en el análisis de los parámetros físico-químicos, sin embargo, es necesario mencionar la gran importancia que han adquirido los organismos en el monitoreo, esto debido a que las técnicas que utilizan a los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua han demostrado gran eficacia en la detección de puntos de contaminación (Alba 1996). Así, por ejemplo, existen organismos como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera los cuales pueden ser considerados como buenos indicadores debido a que son organismos sensibles a la contaminación y que

no soportan variaciones en la calidad del agua, mientras que existen otros organismos más tolerantes a estos cambios en la calidad de agua como Chironomidae y Oligochaeta (Roldan 1999, Terneus *et al.*, 2012).

## **2.2 Los ríos altoandinos y su importancia**

Los ríos altoandinos son muy diversos, van desde corrientes de movimiento lento a ríos torrentosos de movimiento rápido y sus aguas tienen diversos orígenes como por ejemplo la acumulación de aguas subterráneas que brotan a la superficie o como producto de la precipitación que no es absorbida por la superficie y sigue su curso; sin embargo, la mayoría proviene del deshielo de glaciares (Roldán & Ramírez 1992, Francou *et al.* 2000). Estos ecosistemas están ubicados en altitudes por encima de los 2000 msnm (Acosta 2009), sin embargo, ecosistemas acuáticos por encima de los 3000 msnm son denominados como ríos tropicales de gran altitud, donde la presión atmosférica parcial del oxígeno es baja lo cual determina menor disponibilidad de oxígeno para los organismos que en ellos habitan (Jacobsen 2008). Otra característica de estos ecosistemas acuáticos son sus bajas temperaturas, estudios realizados por Jacobsen & Marín (2008) en ríos del altiplano de Bolivia ubicados entre 3800 - 4000 msnm muestran que sus aguas presentan temperaturas medias bajas de 7,9 °C también se encontraron grandes fluctuaciones de este parámetro, siendo 13,4 °C el rango de variación durante el día, estas fluctuaciones también se presentaron para la concentración y saturación de oxígeno, siendo 4,08 mg/l y 45% el rango de variación de estos parámetros durante el día, lo cual sugiere que estos cambios drásticos durante el día serían los responsables de la baja diversidad de estos ecosistemas.

En Ecuador y Perú se han realizado algunos trabajos donde se busca entender la variabilidad física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales; así Villamarín *et al.*, (2014) realizaron estudios en diferentes ríos altoandinos y

determinaron que existe gran variabilidad en sus características, esto debido a la altitud y en menor grado por la latitud, también indicaron como factores claves para esta variabilidad a la calidad del bosque de ribera y la heterogeneidad del hábitat; Pazmiño (2016) en estudios realizados en Ecuador encontró disminución en la calidad fisicoquímica, hidromorfológica y biológica en ríos altoandinos donde, en sus alrededores, se desarrollaban actividades antrópicas.

Estudios realizados en ríos altoandinos de Ecuador y Bolivia muestran predominancia de los insectos acuáticos sobre otros grupos, siendo los insectos más representativos los pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera y Diptera (Jacobsen 1997, Molina *et al.*, 2008), la predominancia de estos grupos también ha sido reportada por trabajos en ríos altoandinos de Perú (García 2016, Acosta 2009). Los ecosistemas acuáticos altoandinos están sometidos a cambios temporales naturales, debido al aumento del caudal por efecto del incremento de lluvias afectando así a la comunidad de macroinvertebrados; estudios sobre la distribución temporal de los macroinvertebrados en quebradas altoandinas de Perú demuestran este efecto de la temporalidad mediante estudios anuales, encontrando disminución de la diversidad y abundancia en épocas de crecida de los ríos (Ortiz 2012, García 2016, Sajamí & Huamantínco 2016).

Los ecosistemas acuáticos altoandinos son muy importantes debido a la diversidad que presentan y por ser fuente de agua dulce para las distintas actividades del hombre como la agricultura, ganadería, así como también para la generación de energía a través de centrales hidroeléctricas (Anderson *et al.*, 2011). Encalada & Rieradevall (2011) también recalcan las funciones ecosistémicas que en ellos ocurren como por ejemplo autopurificación del agua, control de inundación y sequías, regulación de flujos de sedimento, nutrientes y salinidad de estuarios, mantenimiento de hábitat para peces, aves y otras formas de vida.

A pesar de su gran importancia económica, ecológica y social los ecosistemas acuáticos altoandinos en nuestro país están considerados como los más amenazados y menos gestionados adecuadamente (Acosta 2009).

### **2.3 Importancia de los microhábitats**

En los ecosistemas lóticos, como las quebradas, las corrientes crean condiciones de hábitat específicas y de esta manera podemos observar una secuencia de rápidos y pozas, sin embargo, esta clasificación se basa solo en la profundidad, caudal y pendiente pero no en otras características como la composición del sustrato, la cual puede ser variable en los rápidos y pozas (Brown & Brussock, 1991).

Los microhábitats presentan gran importancia en los ecosistemas acuáticos ya que tienen influencia en la distribución de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, así por ejemplo, algunos estudios muestran que la distribución de macroinvertebrados acuáticos está influenciada principalmente por el tipo de sustrato, encontrándose la más alta densidad y diversidad en zonas de alta corriente (Buss *et al.*, 2004, Boyero y Bosch 2004).

Diversos tipos de microhábitats albergan diferentes números de taxones, siendo los microhábitats físicamente complejos como hojarasca los que albergan mayor número de taxones en comparación con los microhábitats físicamente simples como la arena (Roy *et al.*, 2003, Silveira *et al.*, 2006, Sajamí & Huamantínco 2016).

El sustrato hojarasca sería el preferido por la gran mayoría de taxones debido a las condiciones de refugio y alimentación que brinda, ya que presenta una alta riqueza de flora perifítica, mientras que los sustratos arenosos serían los que presentan la menor diversidad y densidad debido a la inestabilidad y poca materia orgánica que presentan (Baptista *et al.*, 2000).



La hojarasca es consumida por los macroinvertebrados acuáticos y es utilizada por algunos tricópteros para construir estuches transportables, este sustrato proviene principalmente de las hojas que caen de la vegetación ribereña, por lo cual cambios en la vegetación ribereña provocarían también cambios en la comunidad (Guevara *et al.*, 2006).

En nuestro país, algunos investigadores han realizado estudios en ríos evaluando microhábitats, así por ejemplo Ortiz (2012) estudió la comunidad de Trichoptera en la sierra de Lima encontrando preferencia por los microhábitats de tipo piedra asociados a zonas de alta corriente, mientras que Sajamí & Huamantínco (2016) encontraron que la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera mostraban preferencia por los restos de vegetación en una quebrada de primer orden en la selva de Chanchamayo, Junín.

## **2.4 Los Gremios tróficos**

Los ríos tropicales han sido descritos frecuentemente en su biodiversidad, pero son pocos los estudios que han considerado el valor ecológico de la riqueza en sus redes alimenticias, por lo tanto, se debe generar información que integre elementos de la estructura comunitaria y la función de estos organismos en los ecosistemas fluviales (Rodríguez *et al.*, 2011).

Los Gremios tróficos es una forma de clasificar la función de los insectos, la cual se basa solo en el alimento consumido, pudiendo clasificarse en detritívoros, herbívoros y depredadores; al respecto algunos autores mencionan la importancia de distinguir esta forma de clasificación de otras como los grupos funcionales de alimentación, ya que tienden a confundirse (Ramírez & Gutiérrez 2014, Guzmán & Tamarís 2014).

Los ecosistemas acuáticos presentan gran variedad de fuentes de materia orgánica , sin embargo la principal oferta se encuentra en forma de materia orgánica particulada fina seguida por la materia orgánica particulada gruesa (Sabater *et al.*, 2009), es por ello que los macroinvertebrados acuáticos son considerados como un componente fundamental en la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos ya que cumplen un rol importante en la transformación de la materia orgánica fina y gruesa (Cummins 1974).

Se vienen realizando varios estudios sobre los gremios tróficos (GT), así por ejemplo Guzmán & Tamariz (2014) estudiaron los GT en Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera encontrando a la materia orgánica particulada fina como ítem alimentario más frecuente entre los organismos que analizaron, mostrando así la importancia de este recurso en los ecosistemas acuáticos, debido a que es una de las principales fuentes energéticas de los ríos.

En el Perú, como en otros países de América latina, los estudios sobre los gremios tróficos son escasos, la mayoría de trabajos muestra como dichos grupos son asignados a partir de fuentes bibliográficas y no a través del análisis del contenido del tracto digestivo, por lo tanto es necesario verificar la información que se usa y se aplica de otros países, ya que especies taxonómicamente relacionadas pueden tener dietas distintas en zonas templadas y tropicales (Tomanova *et al.*, 2009).

### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1 Hipótesis**

- **Hipótesis del investigador (Hi):** La comunidad de macroinvertebrados acuáticos presenta mayores valores de abundancia, riqueza y diversidad en la temporada y en los sustratos apropiados para su desarrollo, así como también

exhibe grupos tróficos que aprovechan la materia orgánica disponible en el ecosistema en dos quebradas altoandinas de la localidad de Chontaca, Ayacucho, Perú.

### **3.2 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Caracterizar ecológicamente la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas de la localidad de Chontaca, Ayacucho, Perú.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas de la localidad de Chontaca, Ayacucho, Perú.
- Determinar la variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas de la localidad de Chontaca, Ayacucho, Perú.
- Determinar los gremios tróficos de los organismos más representativos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en el mes de julio en dos quebradas altoandinas en la localidad de Chontaca, Ayacucho, Perú.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Área de estudio**

El presente estudio se realizó en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco, ubicadas en la localidad de Chontaca, distrito de Acocro, departamento de Ayacucho (Figura 1).

El distrito de Acocro, ubicado al noroeste de Ayacucho (Figura 1), presenta como principal actividad económica a la agricultura y se caracteriza por presentar clima frío y seco, las mayores precipitaciones se dan entre los meses de diciembre a marzo y las

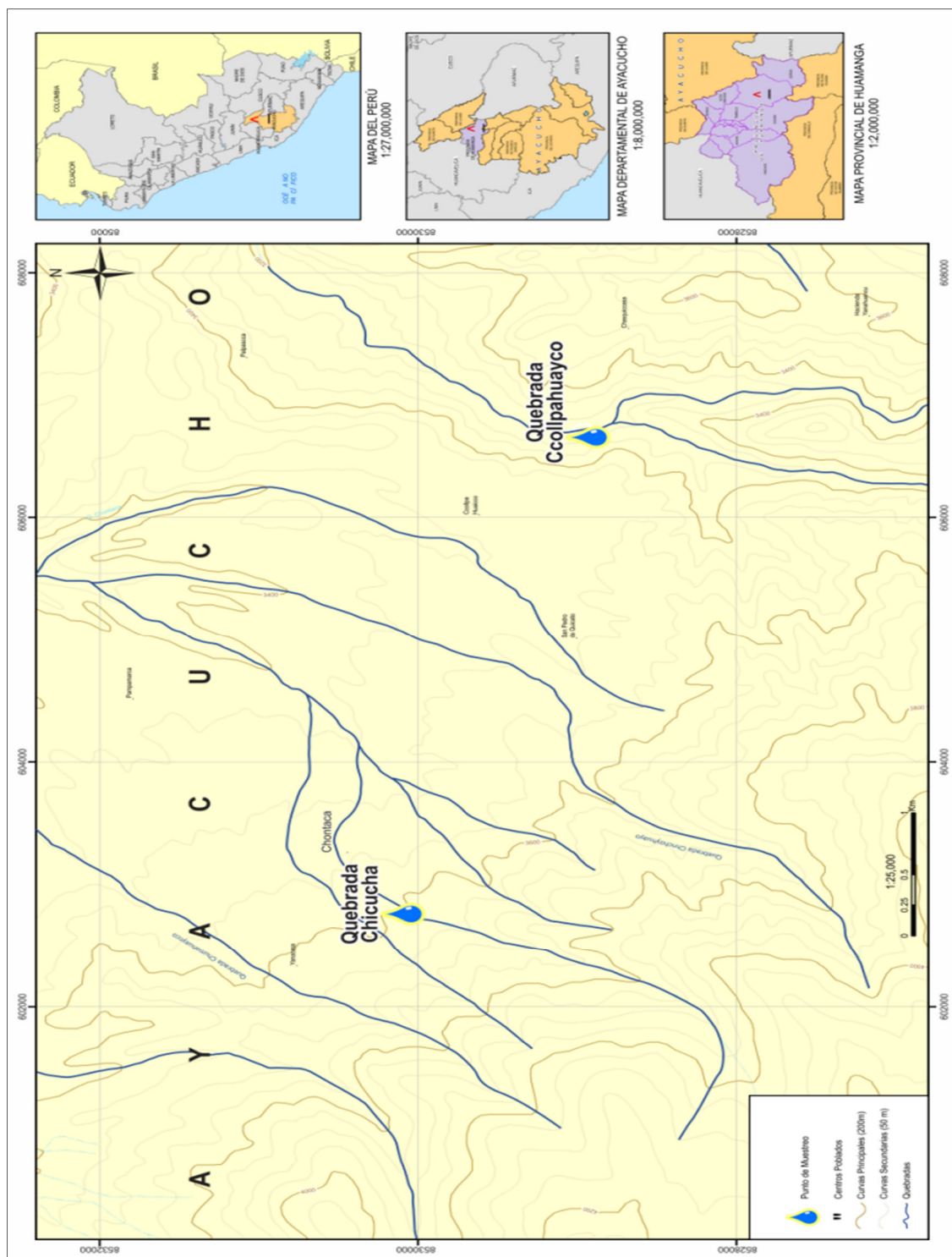
más bajas entre los meses de mayo y agosto, pertenece al Bosque húmedo Montano subtropical según la escala de Holdridge (ONERN, 1976).

La quebrada Chicucha es de primer orden y se encuentra ubicada a los 13° 17' 38.9" S, 74° 03' 04.7" W, a una altitud de 3616 msnm, dicha quebrada presenta vegetación ribereña con predominancia de eucalipto y en los alrededores se desarrolla agricultura y crianza de animales (Figura 2).

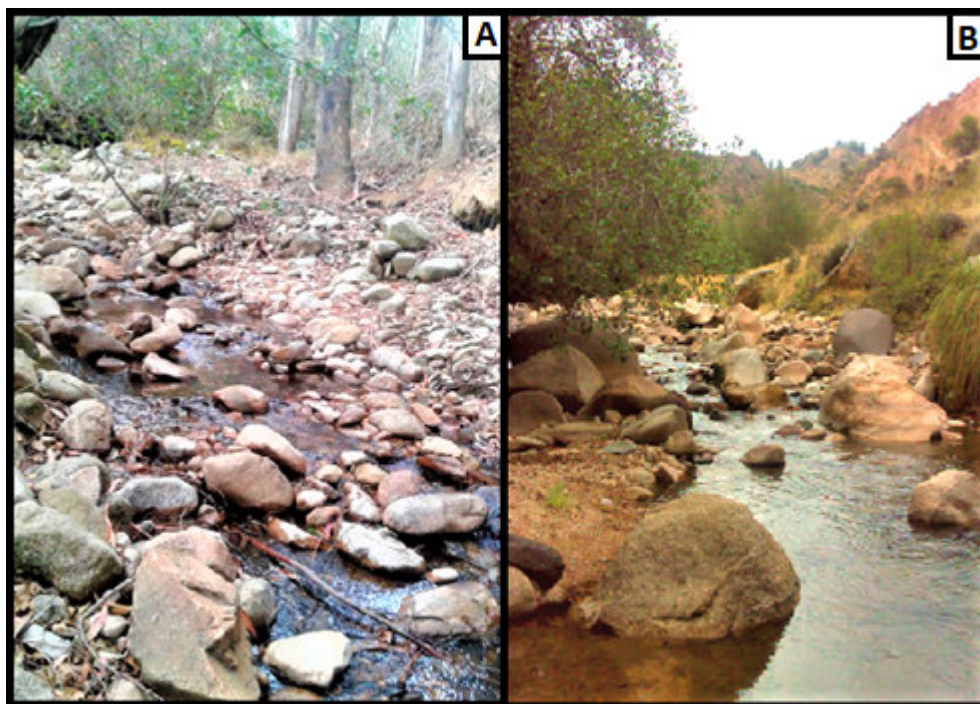
La quebrada Ccollpahuaycco es de segundo orden y se encuentra ubicada a los 13° 18' 16.3" S, 74° 00' 54.0" W, a una altitud de 3194 msnm, dicha quebrada presenta vegetación ribereña con predominancia de aliso, en sus alrededores no se observó desarrollo de agricultura, pero si la presencia de una carretera y de arrojo de basura aguas abajo de su cauce (Figura 2).

#### **4.2 Diseño de estudio**

Para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en un área altoandina con mínimo impacto, se eligieron dos quebradas con las mejores condiciones dentro del área escogida y lo suficientemente alejadas de la población para evitar posibles fuentes de contaminación. En base a las 4 estaciones del año se establecieron 4 campañas de muestreo; setiembre, diciembre del 2016 y marzo, julio del 2017. En cada campaña para cada quebrada se determinaron 5 microhábitats: sustratos inorgánicos grava (2-4 mm), piedra mediana (128-256 mm) y roca (>256 mm) según la clasificación de Wentworth (1992), mientras que los restantes fueron poza y restos de vegetación retenidos en la corriente; de cada microhábitat se obtuvo cinco réplicas, tomándose un total de 200 muestras durante todo el estudio. Para el análisis de los gremios tróficos fueron elegidas las muestras de la última campaña de muestreo.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las quebradas Chicucha (3616 msnm) y Ccollpahuaycco (3194 msnm), Ayacucho-Perú.



**Figura 2.** Quebrada Chicucha (3616 msnm, figura A) y Ccollpahuaycco (3194 msnm, figura B), Chontaca, Ayacucho, Perú. Setiembre del 2016

### 4.3 Evaluación del estado ecológico

Para evaluar la calidad ecológica y determinar si las quebradas cumplen con la condición de ser de referencia se aplicó el protocolo rápido de evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA) propuesto por Acosta *et al.*, (2009) el cual evalúa 24 atributos de cuenca, hidrología, tramo y lecho; su valor fluctúa ente 24 a 120 siendo valores superiores a 100 los considerados como estaciones de referencia (buenas condiciones). En este protocolo también se incluye la evaluación del hábitat fluvial y la comunidad vegetal de ribera mediante la aplicación de los índices IHF y QBR-And respectivamente, estos índices han sido adaptados y aplicados a ríos altoandinos ubicados por encima de los 2000 m.s.n.m (Acosta, 2009).

#### **4.4 Medición de las variables hidrológicas**

En ambas quebradas durante todas las campañas de muestreo se llevó a cabo la medición de las variables hidrológicas: velocidad de corriente, caudal, ancho y profundidad, cada variable fue medida tres veces.

El ancho y profundidad se midió empleando una wincha, para la medición de la velocidad de corriente (m/s) se utilizó el método del objeto flotante el cual consiste en seleccionar una zona de la quebrada con rápidos y dejar caer un objeto flotante en una distancia conocida para controlar el tiempo en que recorre dicha distancia, la medición del caudal se realizó empleando el método del volumen conocido el cual consiste en ubicar una zona en donde la corriente se desvíe hacia un canal, colocar un recipiente de 10L y controlar el tiempo en que este termina de ser llenado (FAO 1997).

#### **4.5 Medición de los parámetros fisicoquímicos**

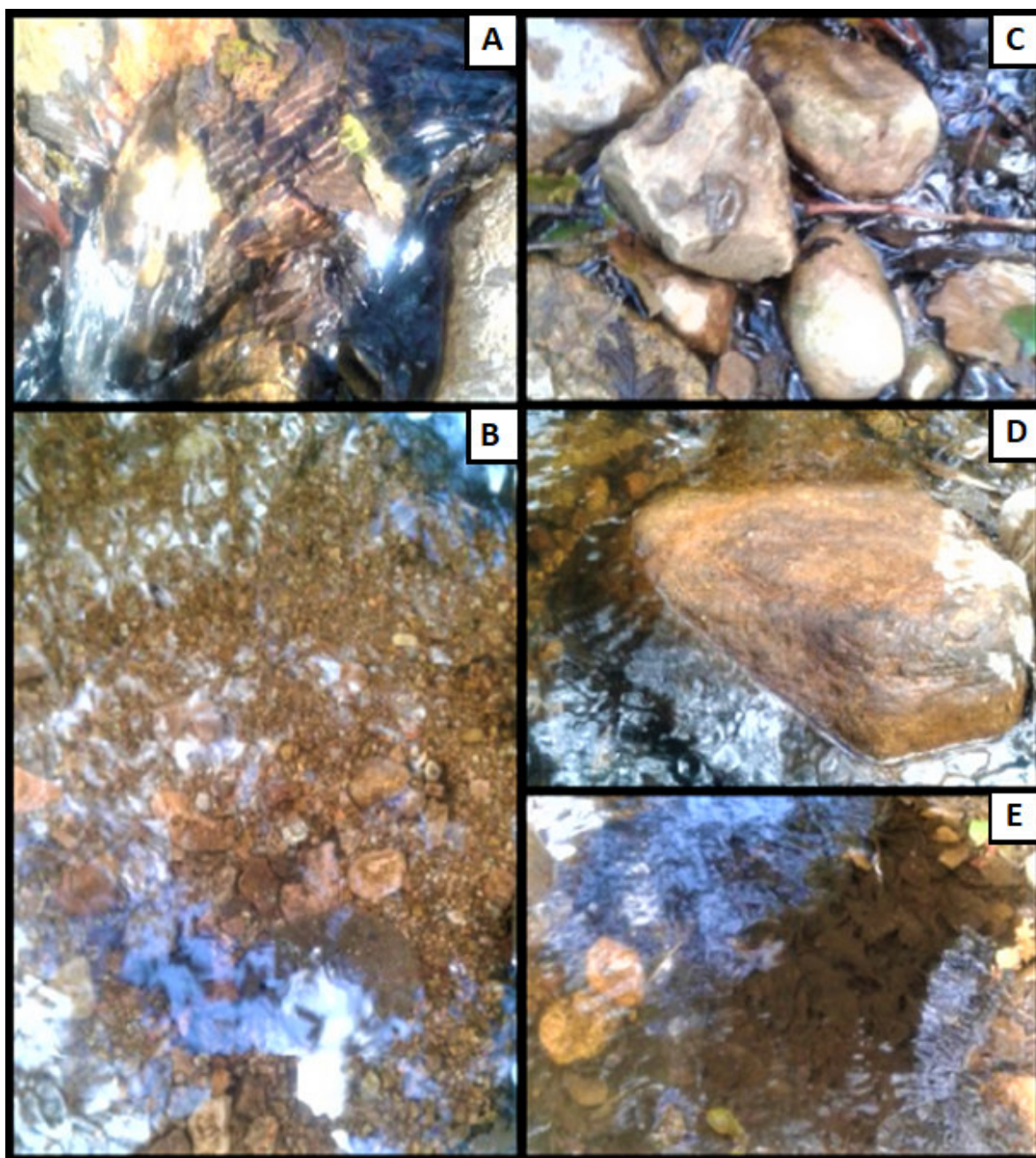
En ambas quebradas y durante todas las campañas de muestreo se realizaron las mediciones de los parámetros fisicoquímicos antes del respectivo muestreo. Los parámetros fisicoquímicos medidos fueron temperatura ambiental, temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos totales disueltos y turbidez.

Para medir el pH, temperatura ambiental y del agua se utilizó el pH- metro PHD-T104 *Automatic Temperature Compensation* ATC, para la medición de la conductividad Sólidos Disueltos Totales se utilizó el medidor multiparámetro portátil Ezdo modelo 7021, la turbidez se midió con el turbidímetro portátil Ezdo TUB-430, el oxígeno disuelto se midió con el oxímetro portátil HANNA HI9146.

#### **4.6 Colecta de macroinvertebrados acuáticos**

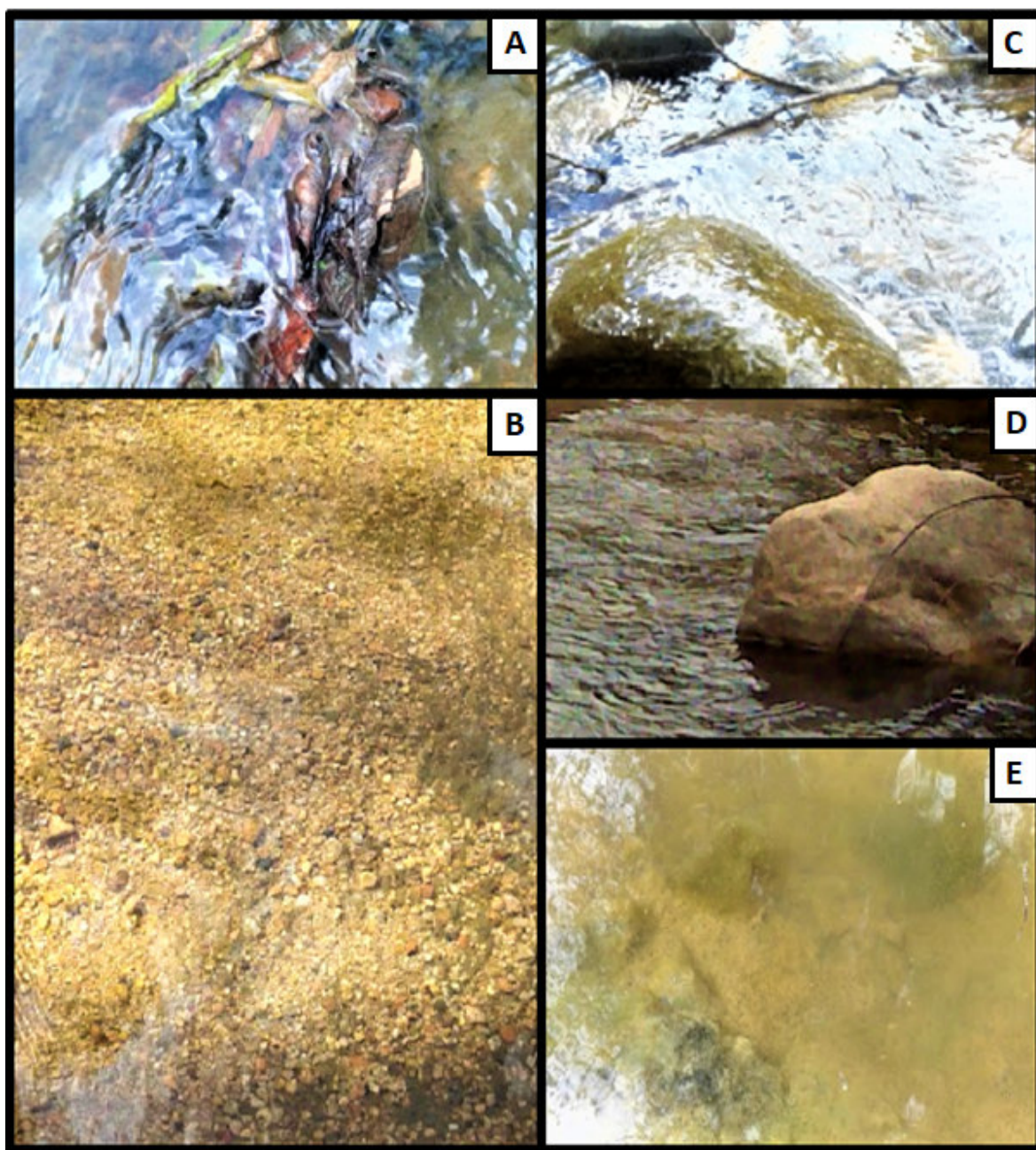
Los macroinvertebrados acuáticos fueron recolectados empleando una red surber (30x30 cm, 250  $\mu$ m) y mediante un muestreo multihábitat siguiendo el protocolo CERA (Acosta *et al.*, 2009). Se muestrearon cinco microhábitats: grava, piedra mediana, roca, poza y restos de vegetación retenidos en la corriente, de los cinco microhábitats estudiados cuatro estuvieron en zonas de rápidos (grava, piedra mediana, roca y restos de vegetación), las muestras fueron depositadas en bolsas plásticas con alcohol al 96 % con su respectiva etiqueta y trasladadas al laboratorio para su posterior análisis. Una vez identificadas las muestras pasaron a formar parte de la colección del Laboratorio de invertebrados acuáticos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.





**Figura 3.** Microhábitats presents en la Quebrada Chicucha (3616 msnm), Ayacucho-Perú). (A) Hojarasca, (B) Grava, (C) Piedra mediana, (D) Roca, (E) Poza. Setiembre del 2016.





**Figura 4.** Microhábitats presentes en la Quebrada Ccollpahuaycco (3194 msnm), Ayacucho-Perú. (A) Hojarasca, (B) Grava, (C) Piedra mediana, (D) Roca con musgo, (E) Poza con alga. Setiembre del 2016.

#### **4.6 Procesamiento de muestras en laboratorio**

Para eliminar el sedimento fino y detrito las muestras fueron lavadas en un tamiz de 500  $\mu\text{m}$  y luego fijadas nuevamente con alcohol al 96% para su posterior análisis al estereoscopio con ayuda de claves taxonómicas para macroinvertebrados bentónicos de Sudamérica o del Neotrópico. Para la identificación a nivel de género se utilizaron las claves propuestas por Domínguez & Fernández *et al.*, (2009) y Merritt *et al.*, (2008), para la identificación de la familia Chironomidae se utilizó la metodología propuesta por Prat *et al.*, (2011).

#### **4.7 Evaluación de los gremios tróficos**

El análisis del contenido del tracto digestivo no fue evaluado en todos los taxones encontrados en el presente estudio, solo se realizó en los individuos de mayor tamaño y en mejor estado, por lo cual se emplearon las muestras de la última campaña de muestreo, la cual fue realizada en el mes de julio del 2017; se empleó la técnica propuesta por Tomanova *et al.*, (2005), la cual consiste en extraer el contenido del tracto digestivo de cinco individuos del mismo género y homogenizarlos, este contenido fue colocado en una cámara de conteo Sedgewick Rafter, en la que se seleccionaron 10 transectos al azar para evaluar el porcentaje de cobertura de cada ítem alimenticio.

#### **4.8 Tratamiento estadístico de los datos**

##### **4.8.1 Riqueza específica (S)**

Para el cálculo de la riqueza específica se contaron todas las especies identificadas, dicho proceso se llevó a cabo en el programa estadístico PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001). La riqueza específica fue calculada por quebrada y por microhábitat durante todas las campañas de muestreo.

Para evidenciar si existen diferencias significativas de la riqueza específica entre los microhábitats y entre quebradas se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de Mann Whitney, dichas pruebas fueron complementadas con las barras de error típico de la media con un intervalo del 95% de confianza, dichos procedimientos fueron realizados en el programa estadístico SPSS versión 19 (IBM SPSS Statistics 2010).

#### **4.8.2 Abundancia de individuos (N)**

La abundancia se calculó mediante el conteo total de cada especie identificada, dicho proceso se realizó en el programa estadístico PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001). La abundancia de individuos fue calculada por quebrada y por microhábitat durante todas las campañas de muestreo.

Para evidenciar si existen diferencias significativas de la abundancia de individuos entre los microhábitats y entre quebradas se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de Mann Whitney, dichas pruebas fueron complementadas con las barras de error típico de la media con un intervalo del 95% de confianza, dichos procedimientos fueron realizados en el programa estadístico SPSS 19 (IBM SPSS Statistics 2010).

#### **5.8.3 Estructura comunitaria**

La evaluación de la estructura comunitaria se llevó a cabo a través del índice de diversidad de Shannon Wiener y la Equidad de Pielou, ambos fueron calculados por quebrada y por microhábitat, los análisis se realizaron en el programa estadístico PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

Para evidenciar si existen diferencias significativas del índice de diversidad de Shannon Wiener y la Equidad de Pielou entre los microhábitats y entre quebradas se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de Mann Whitney, dichas pruebas fueron complementadas con las barras de error típico de la media con un intervalo del 95% de confianza, dichos procedimientos fueron realizados en el programa estadístico SPSS 19 (IBM SPSS Statistics 2010).

#### **5.8.4 Análisis multivariado**

Para determinar si existían diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a nivel temporal (meses) o espacial (microhábitats) se realizó el análisis de similitud (ANOSIM) a través de una matriz de similaridad a partir del índice de Bray-Curtis como medida de similitud, para relacionar la abundancia de especies con las variables ambientales se realizó el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), estas pruebas se realizaron en el programa estadístico PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001). Para observar gráficamente el ordenamiento de los sitios de muestreos a nivel espacial y temporal se utilizó el método no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS), este análisis fue realizado con ayuda del programa estadístico Primer 6 Versión 6.1.6 (Clarke & Warwick 2001).

#### **5.8.5 Relación entre variables bióticas y abióticas**

Para conocer la relación que existe entre las variables bióticas (riqueza específica, abundancia, diversidad, equidad) y abióticas (parámetros fisicoquímicos) se utilizó la correlación no paramétrica de Spearman, este análisis se llevó a cabo en el programa estadístico SPSS 19 (IBM SPSS Statistics 2010).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Estado ecológico

#### 5.1.1 Protocolo CERA

El protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de los Ríos Altoandinos (CERA) en ambas quebradas mostró resultados mayores a 100 durante todos los meses de estudio, lo cual indica que ambas quebradas son consideradas como quebradas de referencia (Tabla 1 y anexo 1).

**Tabla 1.** Valores obtenidos para el protocolo CERA en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Mes       | Chicucha | Ccollpahuaycco |
|-----------|----------|----------------|
| Setiembre | 112      | 110            |
| Diciembre | 112      | 110            |
| Marzo     | 110      | 110            |
| Julio     | 112      | 110            |

#### 5.1.2 Evaluación de la calidad del hábitat fluvial (IHF)

El índice de la calidad del hábitat fluvial en ambas quebradas dio como resultados valores superiores a 40 durante todos los meses de estudio, lo cual indicaría que ambas quebradas son adecuadas para el desarrollo de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos (Tabla 2 y anexo 2).

**Tabla 2.** Valores obtenidos para el Índice de Hábitat Fluvial en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 - Julio 2017.

| Mes       | Chicucha | Ccollpahuaycco |
|-----------|----------|----------------|
| Setiembre | 71       | 66             |
| Diciembre | 71       | 66             |
| Marzo     | 46       | 44             |
| Julio     | 71       | 66             |

En ambas quebradas la vegetación de ribera estaba conformada por una comunidad arbórea y arbustiva, siendo predominante el eucalipto en la quebrada Chicucha y el aliso en la quebrada Ccollpahuaycco. El índice QBR-And mostró valores superiores a 85 durante todas las campañas de muestreo, lo cual indica una vegetación ligeramente perturbada y con buena calidad en ambos casos (Tabla 3 y anexo 3).

**Tabla 3.** Valores obtenidos para el QBR - And en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho-Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Mes       | Chicucha | Ccollpahuaycco |
|-----------|----------|----------------|
| Setiembre | 85       | 90             |
| Diciembre | 85       | 90             |
| Marzo     | 90       | 95             |
| Julio     | 85       | 90             |

## 5.2 Variables hidrológicas

Respecto a las variables hidrológicas se observó en ambas quebradas un notable aumento en los valores del ancho, profundidad, caudal y velocidad de corriente durante los meses de diciembre y marzo; hubo una tendencia en la disminución de dichas variables en los meses siguientes. También se evidenció que la quebrada Ccollpahuaycco presenta valores más altos en sus variables hidrológicas en comparación con la quebrada Chicucha (Tabla 4).

**Tabla 4.** Variables hidrológicas durante los meses de estudio en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Quebradas                    | Chicucha<br>(3616 msnm) |      |      |      | Ccollpahuaycco<br>(3194 msnm) |      |       |      |
|------------------------------|-------------------------|------|------|------|-------------------------------|------|-------|------|
|                              | Set                     | Dic  | Mar  | Jul  | Set                           | Dic  | Mar   | Jul  |
| Ancho (m)                    | 2.53                    | 2.6  | 3.1  | 1.6  | 4.97                          | 6.9  | 10.16 | 5.3  |
| Profundidad (cm)             | 10                      | 14.5 | 28   | 15.7 | 23                            | 31.3 | 70    | 38.3 |
| Velocidad de corriente (m/s) | 0.18                    | 0.43 | 1.03 | 0.32 | 0.29                          | 1.13 | 1.32  | 0.23 |
| Caudal (l/s)                 | 1.06                    | 1.16 | 6.85 | 0.62 | 2.91                          | 3.02 | 10.83 | 1.56 |

### 5.3 Variables fisicoquímicas

Las variables fisicoquímicas pH y oxígeno disuelto no mostraron diferencias notables entre quebradas ni a lo largo del año, sin embargo, si se observaron cambios notorios en las variables temperatura ambiental, temperatura del agua, conductividad, sólidos disueltos y turbidez a lo largo del año y entre las quebradas de estudio. La turbidez en el mes de setiembre no fue registrada en ambas quebradas debido a que aún no se contaba con el turbidímetro (Tabla 5).



**Tabla 5.** Variables fisicoquímicas durante los meses de estudio en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

NR: No registrado

| Quebradas      | Mes       | T amb.<br>°C | T agua.<br>°C | pH   | O.D<br>(ppm) | Conductividad<br>(µs/cm) | TDS<br>(ppm) | Turbidez<br>(NTU) |
|----------------|-----------|--------------|---------------|------|--------------|--------------------------|--------------|-------------------|
| Chicucha       | Setiembre | 15.8         | 11.1          | 8.57 | 6.43         | 360                      | 210          | N.R               |
|                | Diciembre | 22.8         | 12.2          | 8.61 | 6.08         | 340                      | 180          | 3.63              |
|                | Marzo     | 16           | 13.3          | 8.4  | 6.4          | 130                      | 180          | 8.14              |
|                | Julio     | 23.5         | 10.9          | 7.9  | 6.03         | 400                      | 280          | 4.12              |
| Ccollpahuaycco | Setiembre | 13.8         | 11.9          | 8.6  | 6.12         | 380                      | 350          | N.R               |
|                | Diciembre | 24.7         | 14.3          | 8.65 | 5.88         | 420                      | 240          | 19.4              |
|                | Marzo     | 17.6         | 15.1          | 8.36 | 6.3          | 240                      | 155          | 8.70              |
|                | Julio     | 23.1         | 10.7          | 8.35 | 6.11         | 350                      | 380          | 4.5               |

#### 5.4 Distribución espacial y temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Durante las cuatro salidas de campo se colectaron 18340 individuos, siendo predominante la clase Insecta la cual se encuentra representada por cinco órdenes, 19 familias y 29 géneros. Respecto a la abundancia total, el género dominante en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco fue *Cricotopus* sp. (orden: Díptera) con valores de 2895 y 3069 individuos respectivamente.

El orden Díptera fue el que presentó la mayor riqueza específica con 19 géneros agrupados en nueve familias seguido por el orden Trichoptera con cuatro géneros agrupados en cuatro familias, el menor valor fue observado en el orden Plecoptera con solo un género (Tabla 6).

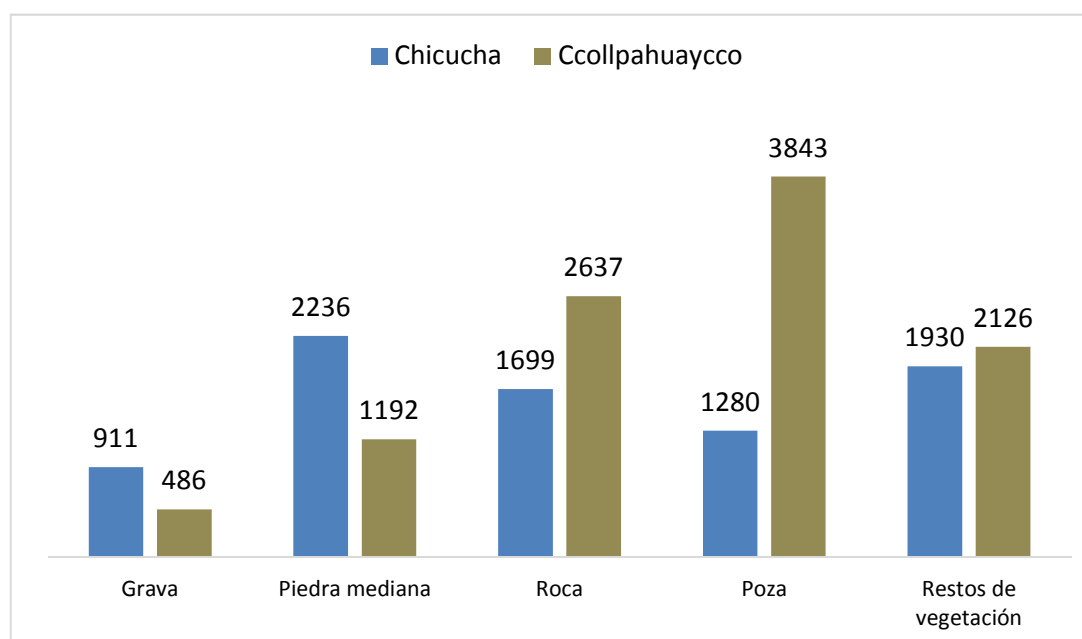
**Tabla 6.** Composición en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

\*Categoría taxonómica subfamilia, \*\*Categoría taxonómica subclase, Nd: No determinado Tany: Tanypodinae, Orth: Orthoclaudiinae, Chi: Chironominae, Pod: Podominae, Dia: Diamesinae

| ORDEN/Familia        | Género   | Chicucha<br>(3616 msnm) | Ccollpahuaycco<br>(3194 msnm) |
|----------------------|--|-------------------------|-------------------------------|
| <b>EPHEMEROPTERA</b> |  |                         |                               |
| Baetidae             | <i>Andesiops</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999 | 302                     | 353                           |
| Leptophlebiidae      | <i>Meridialaris</i> Peters & Edmunds, 1972     | 52                      | 25                            |
| Leptohyphidae        | <i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882                 | 0                       | 6                             |
| <b>PLECOPTERA</b>    |  |                         |                               |
| Gripopterygidae      | <i>Claudioperla</i> Illies, 1963               | 43                      | 67                            |
| <b>TRICHOPTERA</b>   |  |                         |                               |
| Hydroptilidae        | <i>Metrichia</i> Ross, 1938                    | 25                      | 429                           |
| Hydrobiosidae        | <i>Cailloma</i> Ross & King, 1951              | 30                      | 46                            |
| Leptoceridae         | <i>Nectopsyche</i> Müller, 1879                | 10                      | 466                           |
| Polycentropodidae    | <i>Polycentropus</i> Ulmer, 1905               | 4                       | 7                             |
| <b>COLEOPTERA</b>    |  |                         |                               |
| Elmidae              | <i>Austrelmis</i> Brown, 1984                  | 137                     | 331                           |
| Scirtidae            | <i>Prionocyphon</i> Redtenbacher, 1858         | 15                      | 0                             |
| <b>DIPTERA</b>       |  |                         |                               |
| Empididae            | <i>Neoplasta</i> MacDonald & Harkrider, 1999   | 122                     | 229                           |
| Ceratopogonidae      | <i>Bezzia</i> Kieffer, 1899                    | 16                      | 44                            |
| Simuliidae           | <i>Gigantodax</i> Enderlein, 1925              | 9                       | 17                            |
|                      | <i>Simulium</i> Latreille, 1802                | 64                      | 52                            |
| Tipulidae            | <i>Tipula</i> Linnaeus, 1758                   | 99                      | 6                             |
|                      | <i>Hexatoma</i> Latreille, 1809                | 70                      | 56                            |
| Tabanidae            | <i>Tabanus</i> Linnaeus, 1758                  | 19                      | 14                            |
| Chironomidae Tany*   | <i>Alotanypus</i> Roback, 1971                 | 496                     | 1357                          |
| Tany*                | <i>Pentaneura</i> Philippi, 1865               | 120                     | 371                           |
| Orth*                | <i>Corynoneura</i> Winnertz, 1846              | 891                     | 469                           |
| Orth*                | <i>Cricotopus</i> van der Wulp, 1874           | 2895                    | 3069                          |
| Chi*                 | <i>Tanytarsus</i> van der Wulp, 1874           | 1545                    | 1849                          |
| Pod*                 | <i>Podonomus</i> Philippi, 1865                | 84                      | 36                            |
| Pod*                 | <i>Podonomopsis</i> Brundin 1966               | 174                     | 5                             |
| Pod*                 | <i>Parochlus</i> Enderlein, 1912               | 54                      | 33                            |
| Dia*                 | <i>Paraheptagyia</i> Brundin, 1966             | 3                       | 309                           |
| Muscidae             | Nd   | 4                       | 13                            |
| Ephydriidae          | Nd   | 1                       | 29                            |
| Psychodidae          | <i>Pericoma</i> Walker, 1856                   | 0                       | 7                             |
| Poduromorpha         | Nd   | 11                      | 31                            |
| **Acari              | Nd   | 84                      | 149                           |
| **Oligochaeta        | Naididae Ehrenberg, 1828                       | 546                     | 357                           |
|                      | Nd   | 126                     | 46                            |
| Dugesiididae         | Nd   | 5                       | 6                             |
| Total                |  | 8056                    | 10284                         |

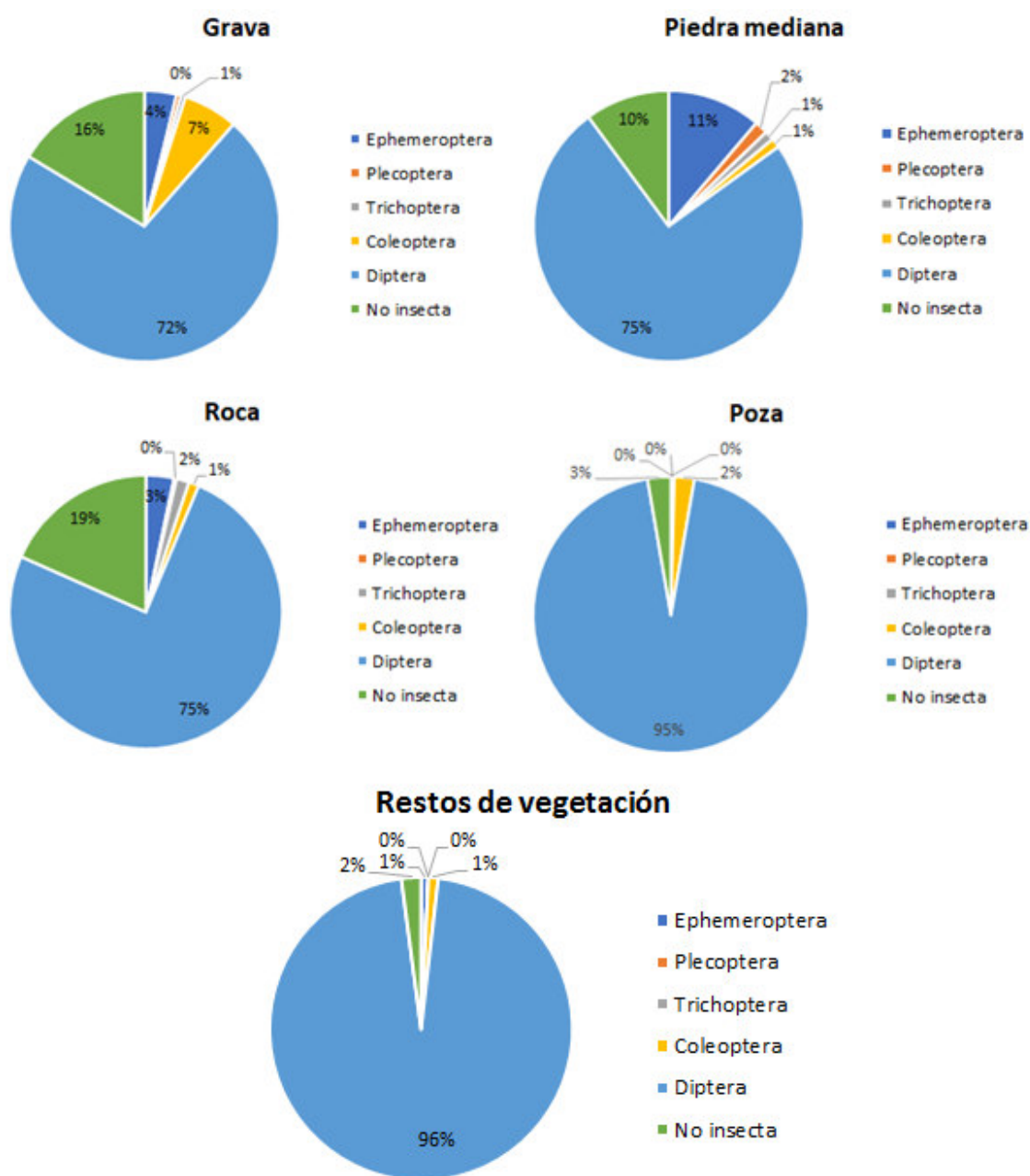
Respecto a los microhábitats, las condiciones ambientales no permitieron que todos los microhábitats estén presentes durante todas las campañas de muestreo en ambas quebradas, en el mes de marzo no se pudo muestrear en los microhábitats restos de vegetación retenidos en la corriente debido a que estos habían sido arrastrados por el aumento del caudal.

En la quebrada Chicucha el mayor valor de abundancia se observó en el microhábitat piedra mediana (2236 individuos) mientras que el menor valor de abundancia se observó en el microhábitat grava (911 individuos). En la quebrada Ccollpahuaycco el microhábitat poza presentó el mayor valor de abundancia (3843 individuos), mientras que el microhábitat grava presento el menor valor de abundancia (486 individuos) (Figura 5, anexo 4 y 5).

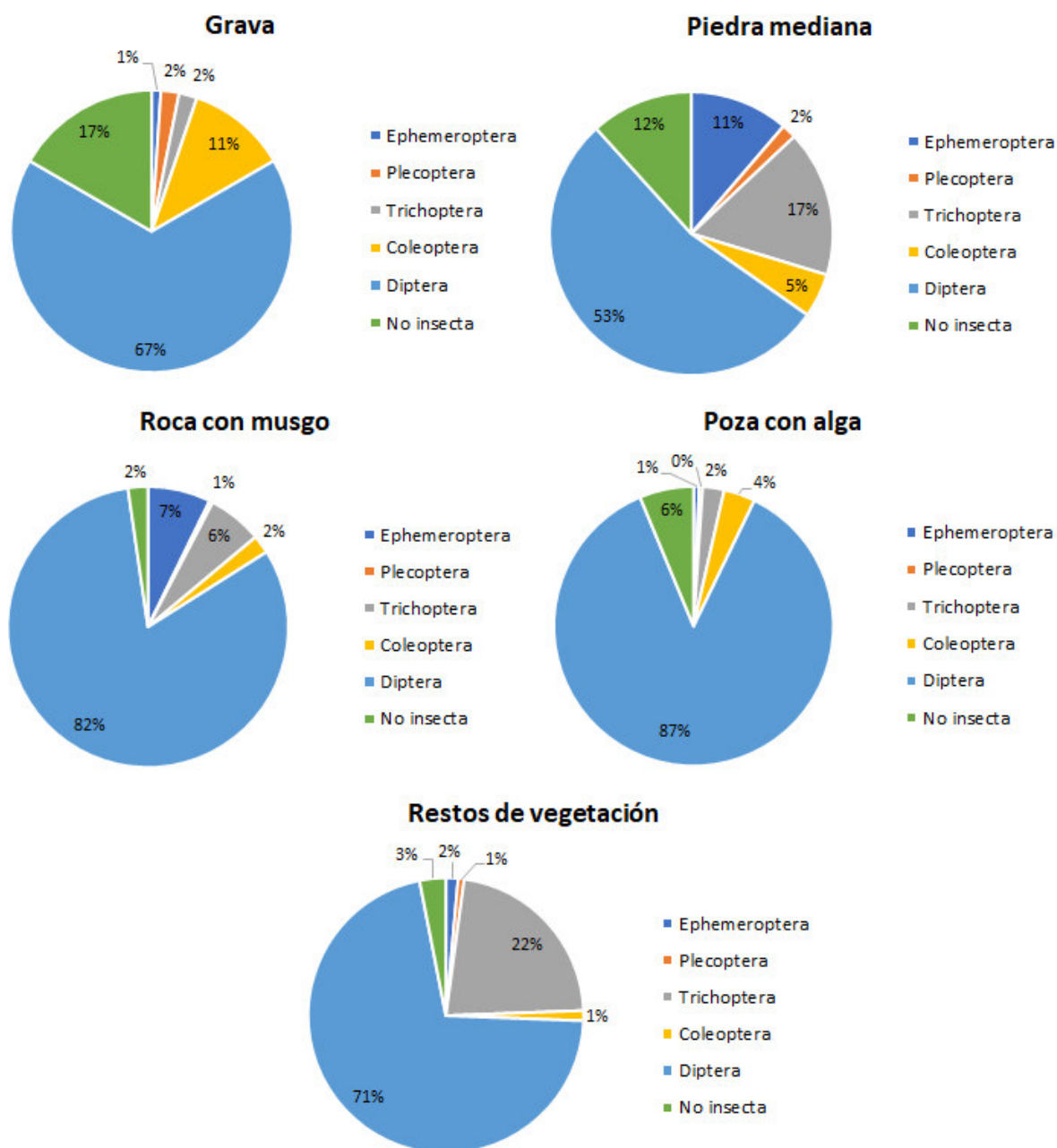


**Figura 5.** Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

En ambas quebradas se observó que el orden Diptera representaba más del 70 % de abundancia en todos los microhábitats, mientras que el orden Plecoptera fue el más escaso en comparación con los otros órdenes presentes (Figura 6 y 7).

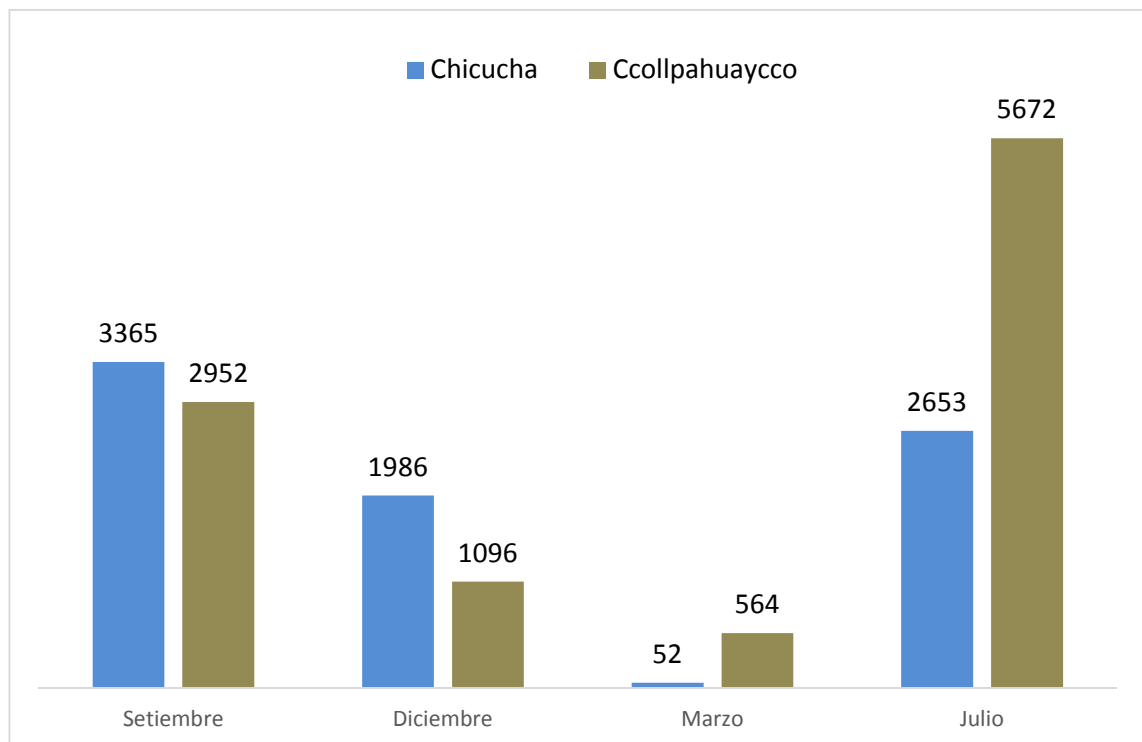


**Figura 6.** Porcentaje de la abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat de la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.



**Figura 7.** Porcentaje de la abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada microhábitat de la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

Respecto a la temporalidad, en la quebrada Chicucha el valor más alto de abundancia se presentó en el mes de setiembre (3365 individuos), mientras que el valor más bajo de abundancia se dio en el mes de marzo (52 individuos). La quebrada Ccollpahuaycco presentó su valor de abundancia más alto en el mes de julio (5672 individuos), mientras que su valor más bajo fue en el mes de marzo (564 individuos) (Figura 8, anexo 6 y 7).



**Figura 8.** Abundancia total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada campaña de muestreo de las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

## 5.5 Quebrada Chicucha

### 5.5.1 Análisis univariados

#### 5.5.1.2 Riqueza específica

Respecto a la riqueza específica presente en la quebrada Chicucha se observó que la mayor riqueza la presentó el microhábitat piedra mediana (30 especies), mientras que la menor riqueza la presentó el microhábitat poza (21 especies). También se observó una mayor riqueza específica del orden Diptera (17 especies) en todos los microhábitats, siendo mayor en microhábitat piedra mediana, mientras que los menores valores de riqueza los presentó el orden Plecoptera, ya que no presentó ningún individuo en el microhábitat poza (Tabla 7).

**Tabla 7.** Riqueza de especies de cada microhábitat en la quebrada Chicucha  
(Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

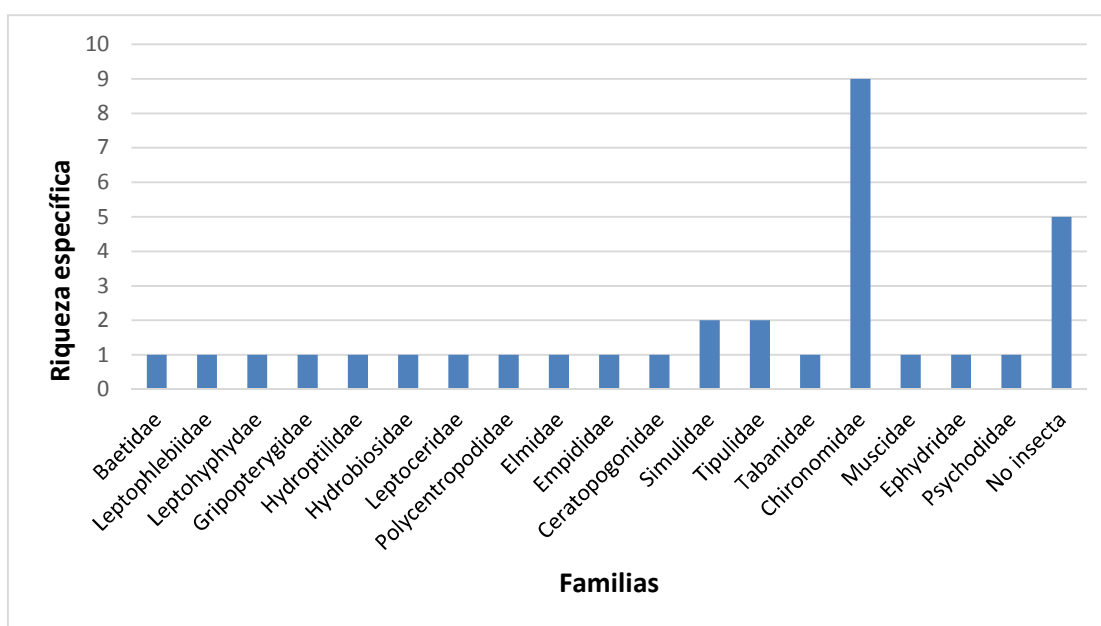
| Orden         | Grava | Piedra mediana | Roca | Poza | Restos de vegetación |
|---------------|-------|----------------|------|------|----------------------|
| Ephemeroptera | 2     | 2              | 2    | 1    | 2                    |
| Plecoptera    | 1     | 1              | 1    | 0    | 1                    |
| Trichoptera   | 3     | 3              | 3    | 1    | 3                    |
| Coleoptera    | 2     | 2              | 2    | 2    | 2                    |
| Diptera       | 13    | 17             | 13   | 13   | 14                   |
| No insecta    | 5     | 5              | 5    | 4    | 4                    |
| Total         | 26    | 30             | 26   | 21   | 26                   |

La mayor riqueza a nivel temporal en la quebrada Chicucha se observó en el mes de julio con 28 especies siendo predominante el orden Díptera, mientras que la menor riqueza se observó en el mes de marzo con 17 especies (Tabla 8). A nivel de familia se observó la predominancia de la familia Chironomidae durante todo el año con presencia de nueve familias (Tabla 8 y Figura 9).



**Tabla 8.** Riqueza de especies por orden en cada campaña de muestreo en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Orden         | Setiembre | Diciembre | Marzo | Julio |
|---------------|-----------|-----------|-------|-------|
| Ephemeroptera | 2         | 1         | 2     | 2     |
| Plecoptera    | 1         | 1         | 0     | 1     |
| Trichoptera   | 3         | 2         | 2     | 3     |
| Coleoptera    | 2         | 1         | 2     | 2     |
| Diptera       | 12        | 14        | 7     | 16    |
| No insecta    | 5         | 5         | 4     | 4     |
| Total         | 25        | 24        | 17    | 28    |



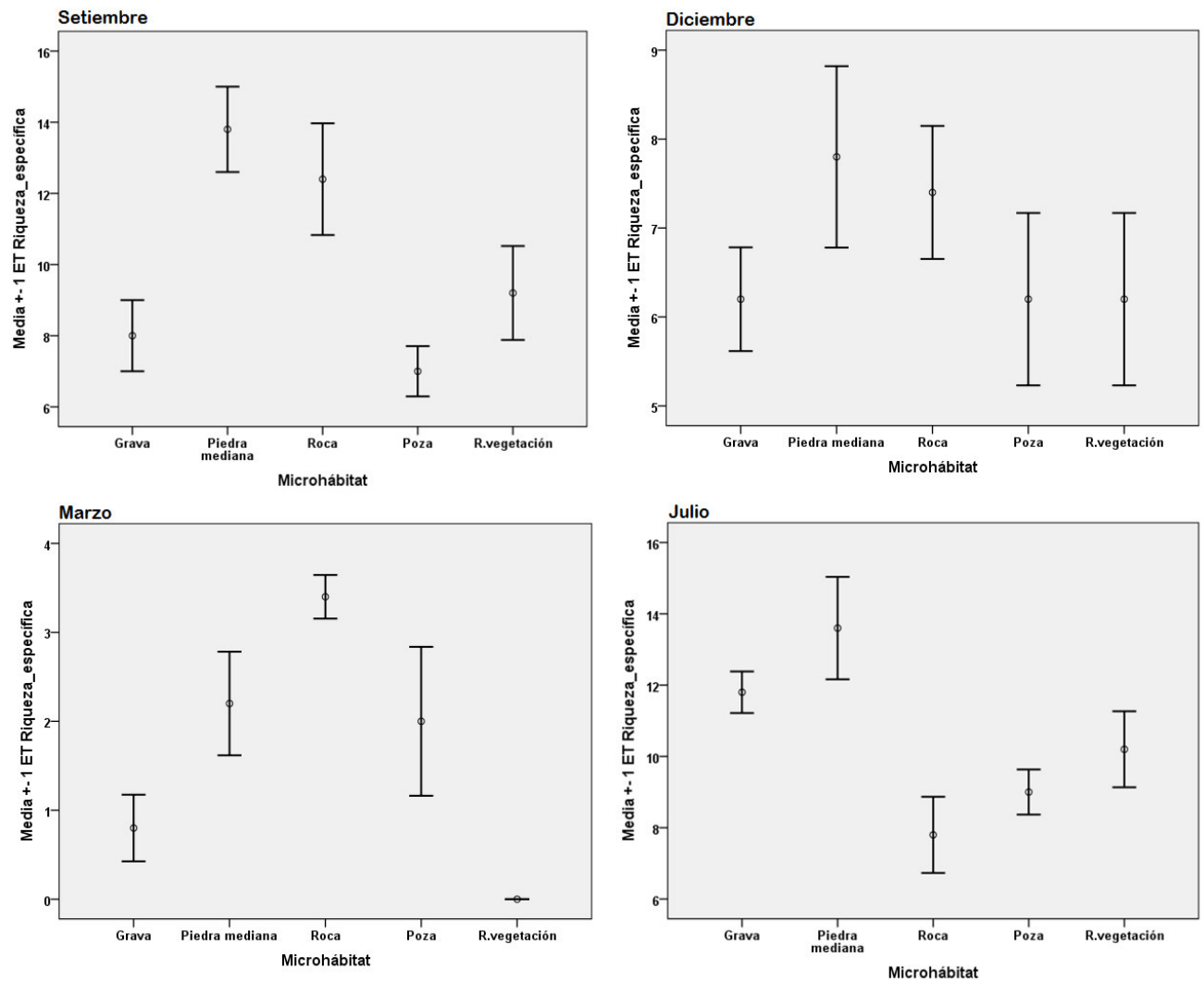
**Figura 9.** Riqueza específica a nivel de familia en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

En general se registraron los mayores valores de riqueza específica promedio durante el mes de setiembre en los microhábitats piedra mediana y roca, mientras que los menores valores de riqueza específica promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 9).

**Tabla 9.** Riqueza de especies promedio de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 8.00      | 1.00         | 6.20      | 0.58         | 0.80  | 0.37         | 11.80 | 0.58         |
| <b>Piedra mediana</b>       | 13.80     | 1.20         | 7.80      | 1.02         | 2.20  | 0.58         | 13.60 | 1.44         |
| <b>Roca</b>                 | 12.40     | 1.57         | 7.40      | 0.75         | 3.40  | 0.24         | 7.80  | 1.07         |
| <b>Poza</b>                 | 7.00      | 0.71         | 6.20      | 0.97         | 2.00  | 0.84         | 9.00  | 0.63         |
| <b>Restos de vegetación</b> | 9.20      | 1.32         | 6.20      | 0.97         | 0.00  | 0.00         | 10.20 | 1.07         |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.008, 0.53, 0.007, 0.012$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las fechas de muestreo a excepción del mes de diciembre, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 10).



**Figura 10.** Barras de Error Típico de la Riqueza específica por microhábitat en la quebrada Chicucha en las 4 campañas de muestreo (Ayacucho – Perú). Setiembre 2016 – Julio 2017.

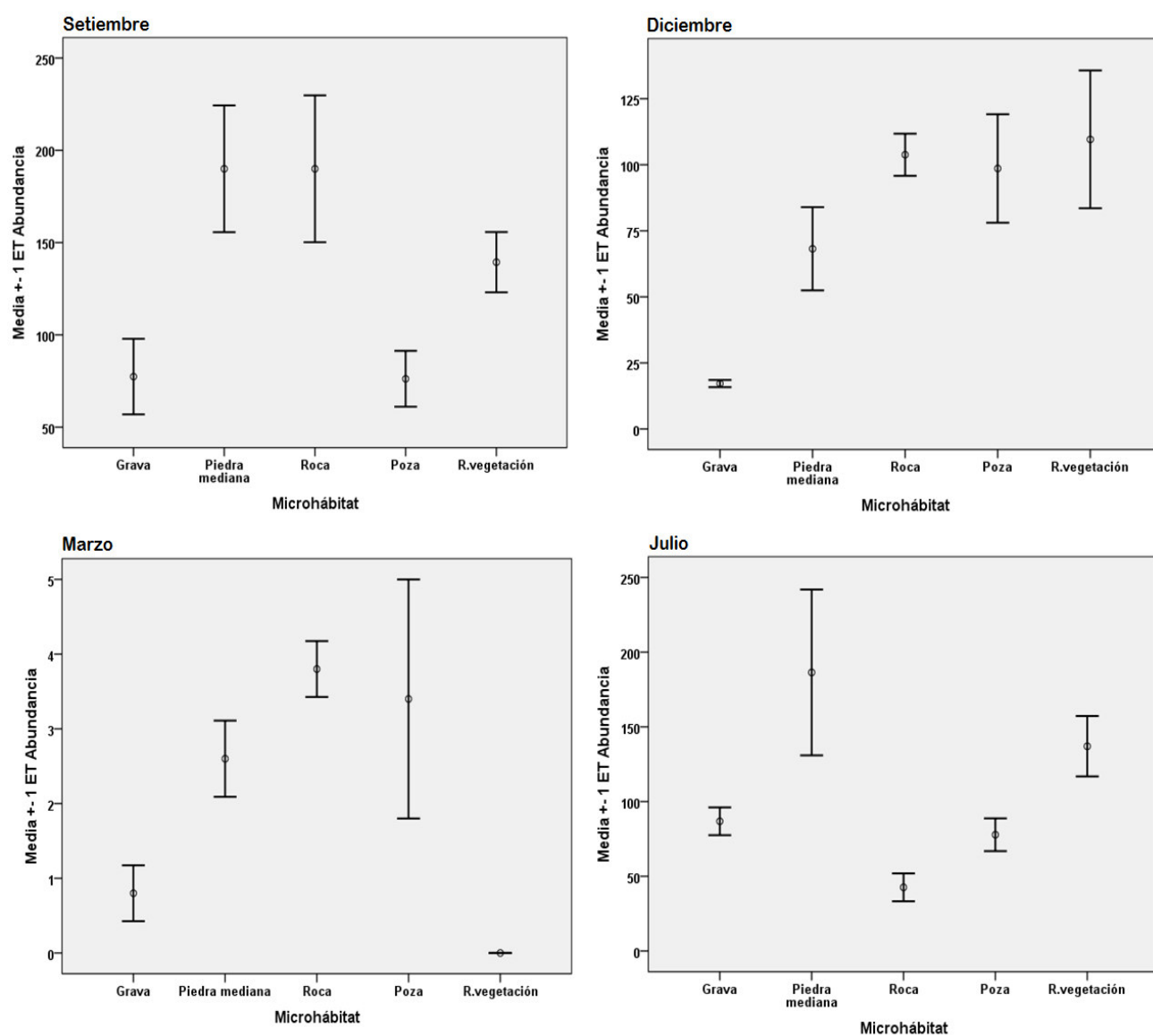
### 5.5.1.2 Abundancia

En general se registraron los mayores valores de abundancia promedio durante el mes de setiembre en los microhábitats piedra mediana y roca, mientras que los menores valores de abundancia promedio se registraron durante el mes de marzo (Tabla 10).

**Tabla 10.** Abundancia promedio de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio  |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media  | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 77.40     | 20.46        | 17.20     | 1.36         | 0.80  | 0.37         | 86.80  | 9.30         |
| <b>Piedra mediana</b>       | 190.00    | 34.30        | 68.20     | 15.76        | 2.60  | 0.51         | 186.40 | 55.48        |
| <b>Roca</b>                 | 190.00    | 39.77        | 103.80    | 7.98         | 3.80  | 0.37         | 42.60  | 9.31         |
| <b>Poza</b>                 | 76.20     | 15.15        | 98.60     | 20.53        | 3.40  | 1.60         | 77.80  | 10.93        |
| <b>Restos de vegetación</b> | 139.40    | 16.33        | 109.60    | 26.08        | 0.00  | 0.00         | 137.00 | 20.20        |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.0011, 0.08, 0.008, 0.003$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las campañas muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 11).



**Figura 11.** Barras de Error Típico de la Abundancia en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

### 5.5.1.3 Estructura comunitaria

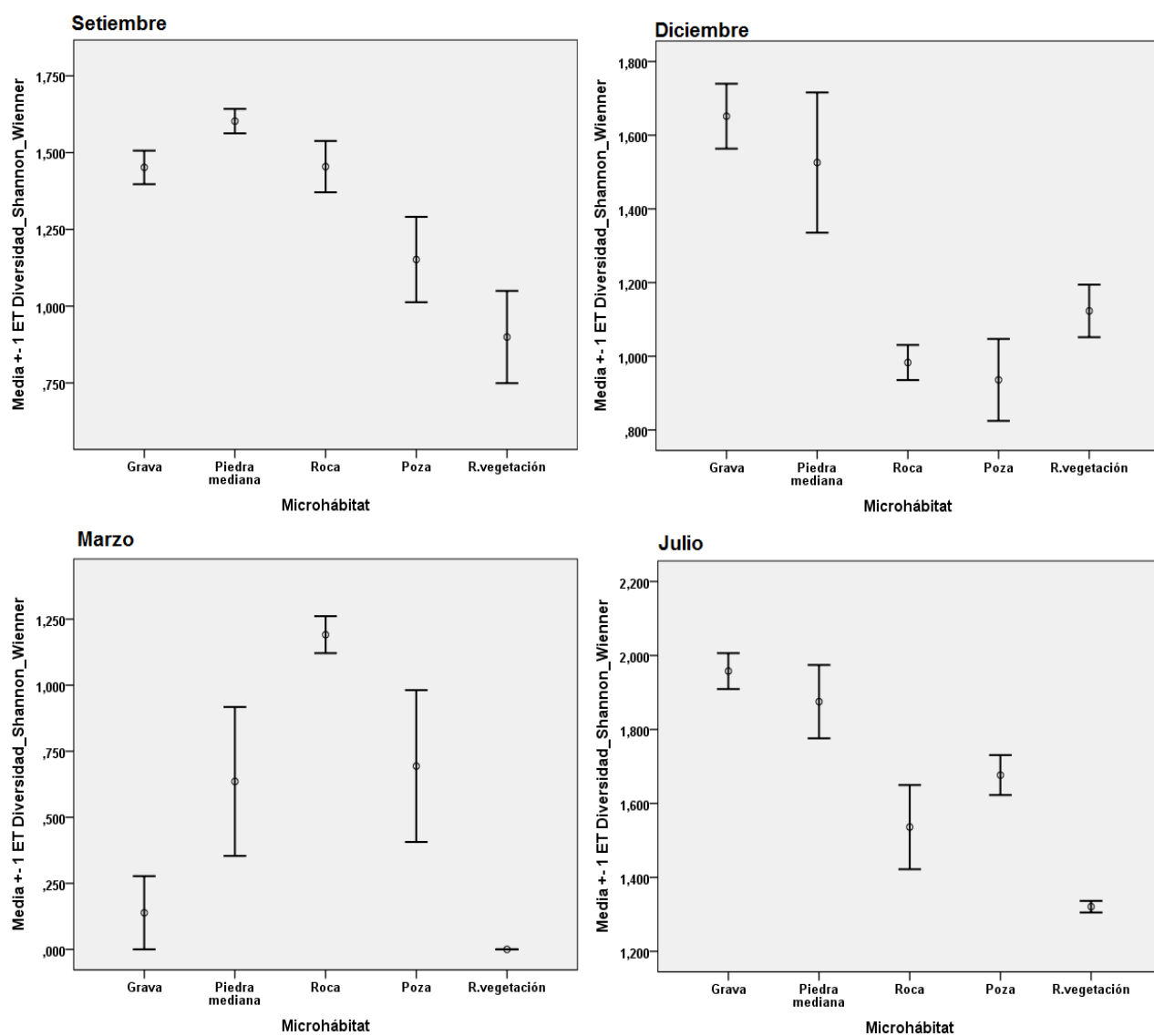
#### Diversidad de Shannon Wiener

Los mayores valores del Índice de diversidad de Shannon Wiener promedio se registraron durante el mes de julio en los microhábitats grava y poza, mientras que los menores valores de dicho índice promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 11).

**Tabla 11.** Índice de Diversidad de Shannon Wiener de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 1.45      | 0.05         | 1.65      | 0.09         | 0.14  | 0.14         | 1.96  | 0.05         |
| <b>Piedra mediana</b>       | 1.60      | 0.04         | 1.53      | 0.19         | 0.64  | 0.28         | 0.78  | 0.03         |
| <b>Roca</b>                 | 1.45      | 0.08         | 0.98      | 0.05         | 1.19  | 0.07         | 1.54  | 0.11         |
| <b>Poza</b>                 | 1.15      | 0.14         | 0.94      | 0.11         | 0.69  | 0.29         | 1.68  | 0.05         |
| <b>Restos de vegetación</b> | 0.90      | 0.15         | 1.12      | 0.07         | 0.00  | 0.00         | 1.32  | 0.02         |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.009, 0.013, 0.012, 0.0002$ ) entre los microhábitats durante todas las fechas muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 12).



**Figura 12.** Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

### Equidad de Pielou

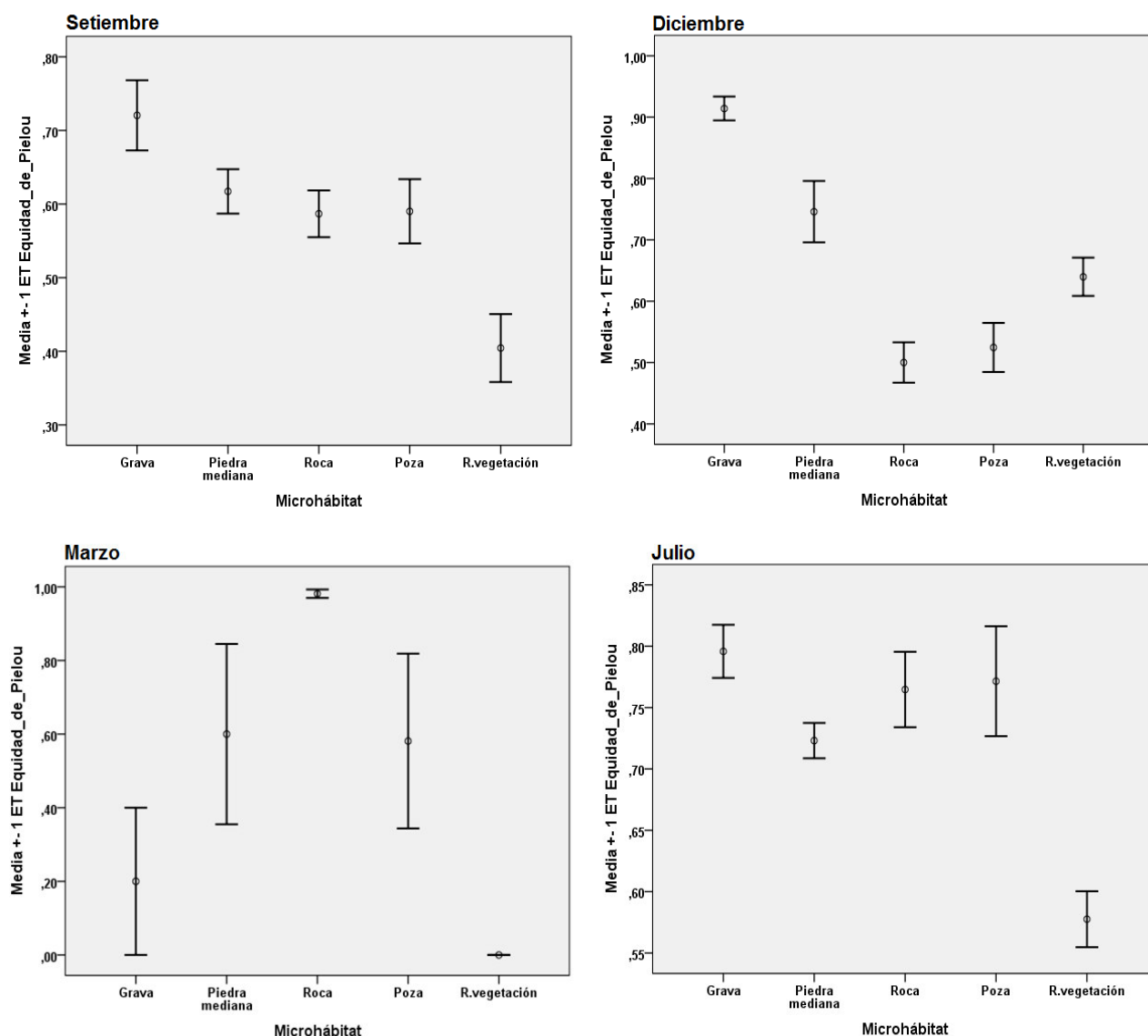
Los mayores valores del Índice de Equidad de Pielou promedio se registraron durante el mes de julio en los microhábitats grava y poza, mientras que los menores valores de dicho índice promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 12).

**Tabla 12.** Índice de Equidad de Pielou de cada microhábitat en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                    | Setiembre |                 | Diciembre |                 | Marzo |                 | Julio |                 |
|---------------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
|                                 | Media     | Error<br>Típico | Media     | Error<br>Típico | Media | Error<br>Típico | Media | Error<br>Típico |
| <b>Grava</b>                    | 0.720     | 0.048           | 0.914     | 0.019           | 0.200 | 0.200           | 0.796 | 0.022           |
| <b>Piedra<br/>mediana</b>       | 0.617     | 0.030           | 0.746     | 0.050           | 0.600 | 0.245           | 0.723 | 0.014           |
| <b>Roca</b>                     | 0.575     | 0.035           | 0.499     | 0.033           | 0.981 | 0.012           | 0.765 | 0.031           |
| <b>Poza</b>                     | 0.590     | 0.044           | 0.525     | 0.040           | 0.581 | 0.237           | 0.771 | 0.045           |
| <b>Restos de<br/>vegetación</b> | 0.404     | 0.046           | 0.640     | 0.031           | 0.000 | 0.000           | 0.578 | 0.023           |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.005, 0.0008, 0.003, 0.0098$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las fechas de muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 13).



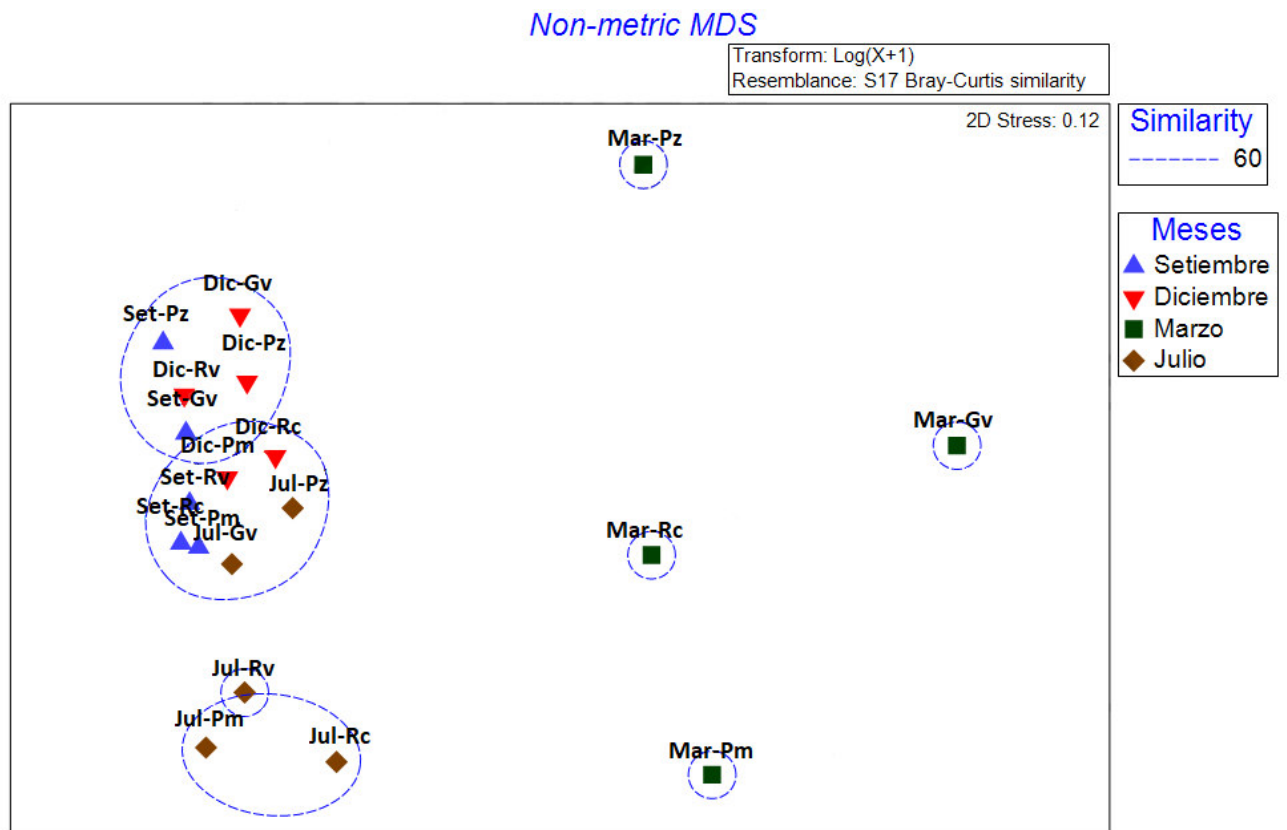


**Figura 13.** Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

### 5.5.2 Análisis multivariados

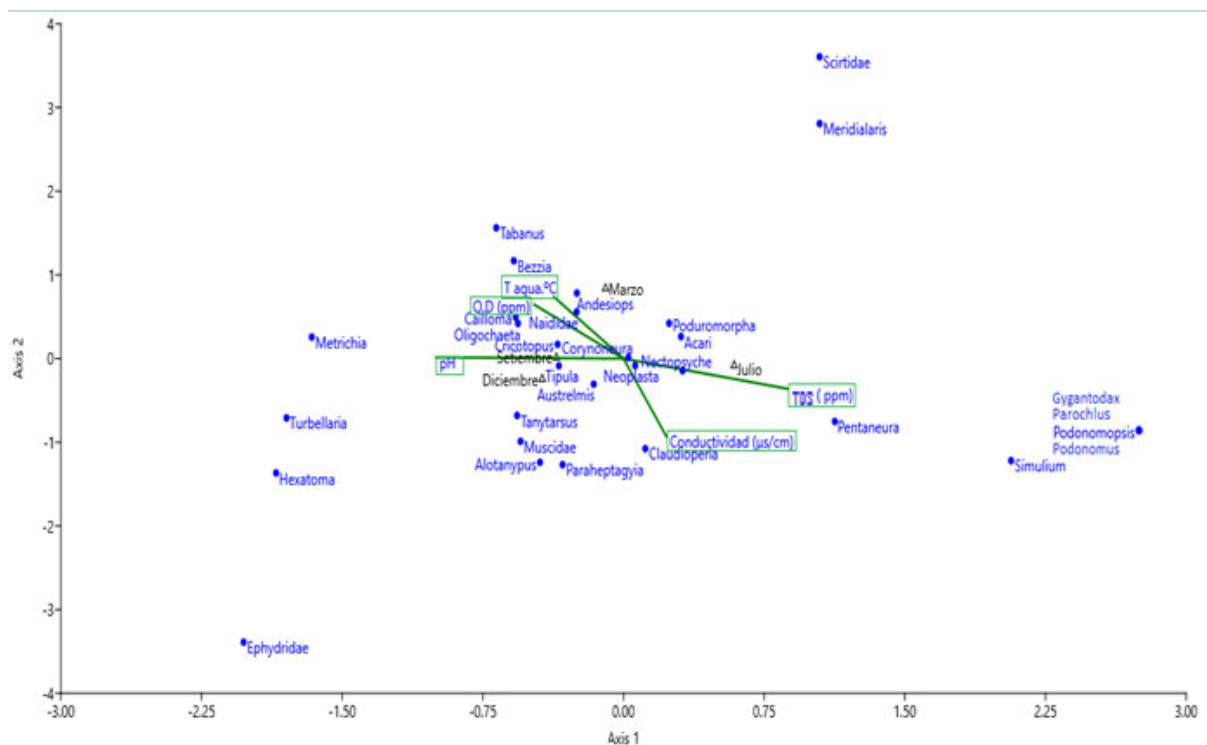
El análisis de similitud (ANOSIM) mostró que a nivel espacial no existen diferencias significativas entre los microhábitats estudiados ( $R= 0.01$  y  $p = 0.4066$ ), el Análisis de Similitud Porcentual (SIMPER) encontró disimilitudes entre 55.54 % y 66.8 % (Anexo 8). A nivel temporal el ANOSIM evidenció diferencias significativas entre las campañas de muestreo ( $R= 0.4363$  y  $p = 0.0001$ ), estos resultados fueron complementados con el análisis SIMPER, los cuales evidenciaron disimilitudes entre 39.06 % y 84.91% (Anexo 10). El análisis SIMPER también mostró que a nivel espacial y temporal son los dípteros *Cricotopus* y *Tanytarsus* los que más influyen en la estructura de la comunidad.

El análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (NMDS) por microhábitats y meses obtuvo un estress de 2D  $Stress = 0.13$ . El gráfico muestra una clara separación de muestras de época de lluvias (marzo) de las otras tres campañas de muestreo, se evidencia que el factor temporal predomina sobre el espacial mientras que a nivel espacial los microhábitats se encuentran dispersos, se observa también que las muestras de julio tienden a diferenciarse de las de setiembre y diciembre (Figura 14).



**Figura 14.** Análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico por microhábitats y meses de estudio en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

Los resultados del análisis de Correspondencia Canónica mostraron que el primer eje explica el 68.06 % de la varianza, mientras que el eje 2 explica el 22.32% de la varianza (Anexo 14). Las variables TDS y Conductividad están correlacionadas con el primer eje, mientras que la T° del agua, O.D y pH se correlacionaron con el segundo eje (Figura 15 y anexo 12). En general se observa que en aquellas campañas de muestreo con valores elevados de Conductividad y TDS existe predominancia de los dípteros, los cuales suelen ser tolerantes a la perturbación.



**Figura 15.** Análisis de Correspondencia Canónica entre los parámetros fisicoquímicos y los meses de estudio en la quebrada Chicucha.

### 5.5.3 Relación entre las variables bióticas y abióticas

La correlación no paramétrica de Spearman mostró fuertes correlaciones negativas entre los parámetros bióticos de la abundancia y riqueza con los parámetros abióticos

de ancho, profundidad, velocidad de corriente, caudal y temperatura de agua aunque dichas correlaciones no fueron significativas, también se dieron fuertes correlaciones positivas entre la abundancia, riqueza, conductividad y los TDS (Tabla 13).

**Tabla 13.** Correlación de Spearman entre la estructura comunitaria y los parámetros hidrológicos y fisicoquímicos del agua en la quebrada Chicucha (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Estructura comunitaria |                             | Ancho (m) | Profundidad (cm) | Velocidad de corriente (m/s) | Caudal (l/s) | T agua °C | pH    | O.D (ppm) | Conductividad (µs/cm) | TDS (ppm) |
|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|------------------------------|--------------|-----------|-------|-----------|-----------------------|-----------|
| Abundancia             | Coefficiente de correlación | -.800     | -.800            | -1.000                       | -.800        | -.800     | .000  | .200      | .800                  | .738      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .200      | .200             | .                            | .200         | .200      | 1.000 | .800      | .200                  | .262      |
| Riqueza                | Coefficiente de correlación | -1.000    | -.400            | -.800                        | -1.000       | 1.000     | -.400 | -.400     | 1.000                 | .949      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .         | .600             | .200                         | .            | .         | .600  | .600      | .                     | .051      |
| Diversidad (H')        | Coefficiente de correlación | .200      | .800             | .400                         | .200         | .200      | -.800 | .000      | -.200                 | .105      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .800      | .200             | .600                         | .800         | .800      | .200  | 1.000     | .800                  | .895      |
| Equidad (J')           | Coefficiente de correlación | .200      | .800             | .400                         | .200         | .200      | -.800 | .000      | -.200                 | .105      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .800      | .200             | .600                         | .800         | .800      | .200  | 1.000     | .800                  | .895      |

## 5.6 Quebrada Ccollpahuaycco

### 5.6.1 Análisis univariados

#### 5.6.1.1 Riqueza específica

La quebrada Ccollpahuaycco presentó su mayor riqueza específica en el microhábitat restos de vegetación (30 especies), mientras que su menor valor se encontró en el microhábitat grava (20 especies). En esta quebrada también se observó que el orden

con mayor riqueza específica fue Diptera, alcanzando su mayor valor (18 especies) en el microhábitat restos de vegetación, mientras que los órdenes con menor riqueza específica fueron Plecoptera y Coleoptera, presentando una sola especie en todos los microhábitats (Tabla 14).

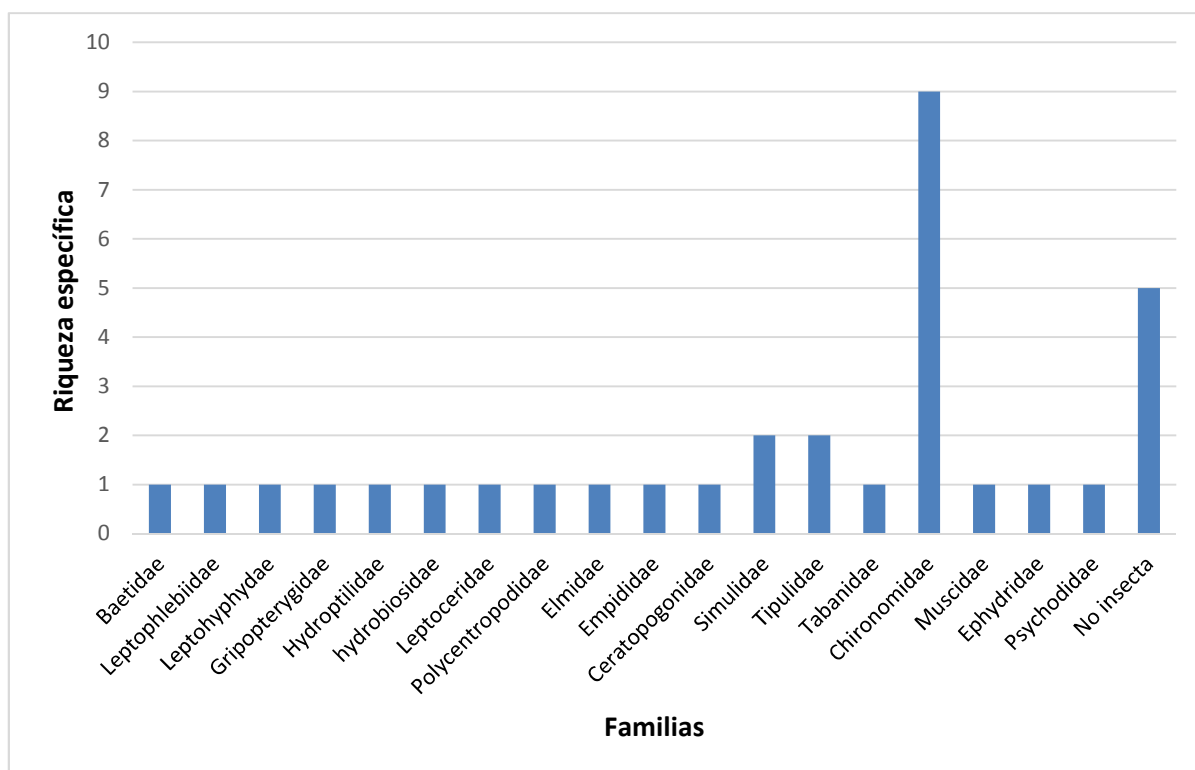
**Tabla 14.** Riqueza de especies de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Orden         | Grava | Piedra mediana | Roca con musgo | Pozo con alga | Restos de vegetación |
|---------------|-------|----------------|----------------|---------------|----------------------|
| Ephemeroptera | 1     | 3              | 2              | 2             | 2                    |
| Plecoptera    | 1     | 1              | 1              | 1             | 1                    |
| Trichoptera   | 2     | 4              | 4              | 1             | 3                    |
| Coleoptera    | 1     | 1              | 1              | 1             | 1                    |
| Diptera       | 13    | 15             | 13             | 15            | 18                   |
| No insecta    | 2     | 5              | 4              | 2             | 5                    |
| Total         | 20    | 29             | 25             | 22            | 30                   |

A nivel temporal la mayor riqueza específica en la quebrada Ccollpahuaycco se observó en el mes de julio con 32 especies, mientras que la menor riqueza se observó en el mes de marzo con 16 especies (Tabla 15). La familia con mayor riqueza específica durante todo el año fue Chironomidae con 9 especies (Figura 16).

**Tabla 15.** Riqueza de especies en cada campaña de muestreo en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Orden         | Setiembre | Diciembre | Marzo | Julio |
|---------------|-----------|-----------|-------|-------|
| Ephemeroptera | 1         | 1         | 2     | 3     |
| Plecoptera    | 1         | 1         | 0     | 1     |
| Trichoptera   | 3         | 3         | 2     | 4     |
| Coleoptera    | 1         | 1         | 1     | 1     |
| Diptera       | 12        | 11        | 8     | 18    |
| No insecta    | 4         | 5         | 3     | 5     |
| Total         | 22        | 22        | 16    | 32    |



**Figura 16.** Riqueza específica a nivel de familia en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

En general, se registraron los mayores valores de riqueza específica promedio durante el mes de julio en los microhábitats piedra mediana y poza con alga, mientras que los menores valores de riqueza específica promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 16).

**Tabla 16.** Riqueza específica promedio de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

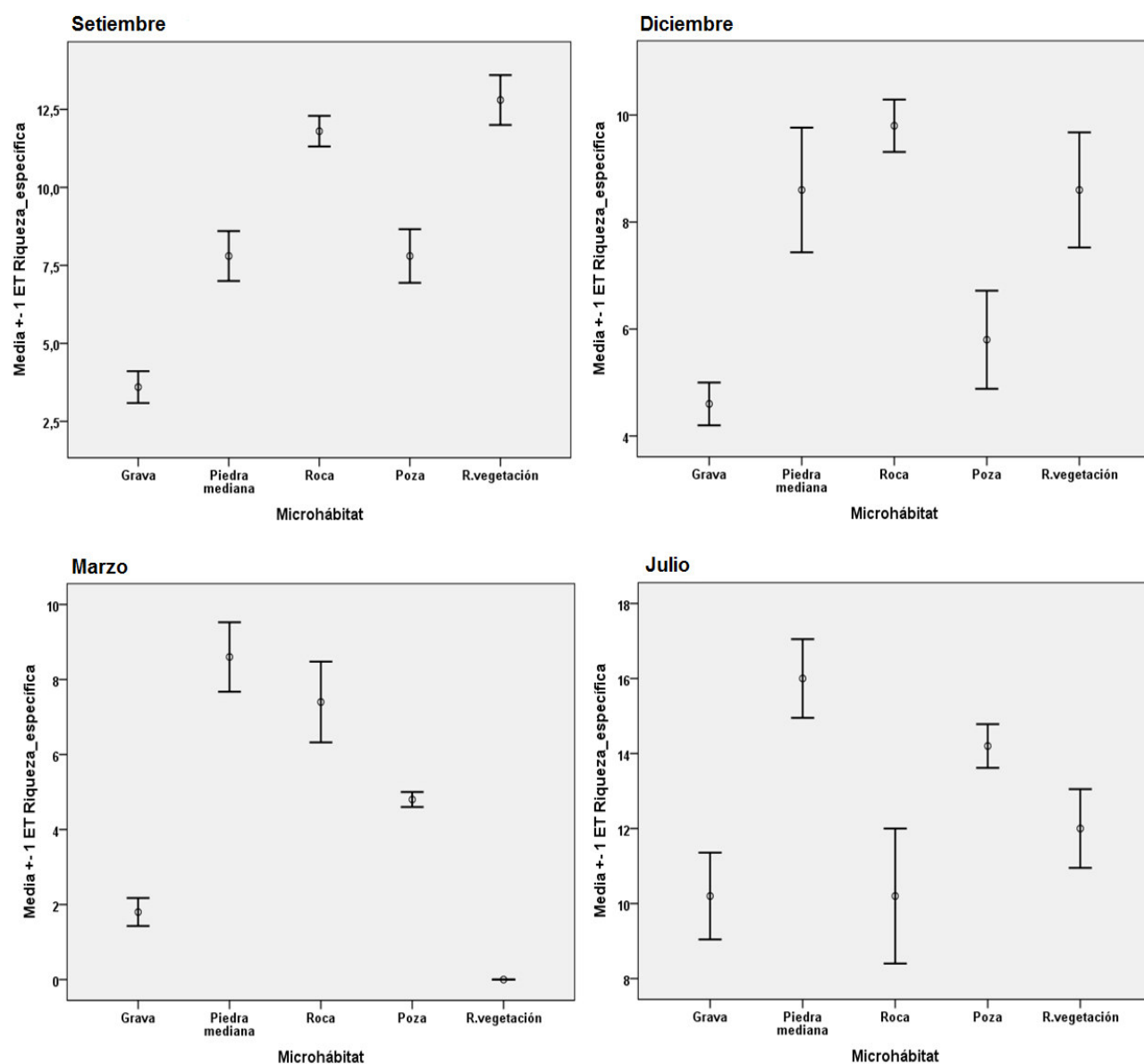
| Microhábitat | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio |              |
|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|              | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media | Error Típico |
| Grava        | 3.60      | 0.51         | 4.60      | 0.40         | 1.80  | 0.37         | 10.20 | 1.16         |

|                             |       |      |      |      |      |      |       |      |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|
| <b>Piedra mediana</b>       | 7.80  | 0.80 | 8.60 | 1.17 | 8.60 | 0.93 | 16.00 | 1.05 |
| <b>Roca con musgo</b>       | 11.80 | 0.49 | 9.80 | 0.49 | 7.40 | 1.08 | 10.20 | 1.80 |
| <b>Poza con alga</b>        | 7.80  | 0.86 | 5.80 | 0.92 | 4.80 | 0.20 | 14.20 | 0.58 |
| <b>Restos de vegetación</b> | 12.80 | 0.80 | 8.60 | 1.08 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 1.05 |

---

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.0004, 0.007, 0.0002, 0.01$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las campañas de muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 17).





**Figura 17.** Barras de Error Típico de la Riqueza específica en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

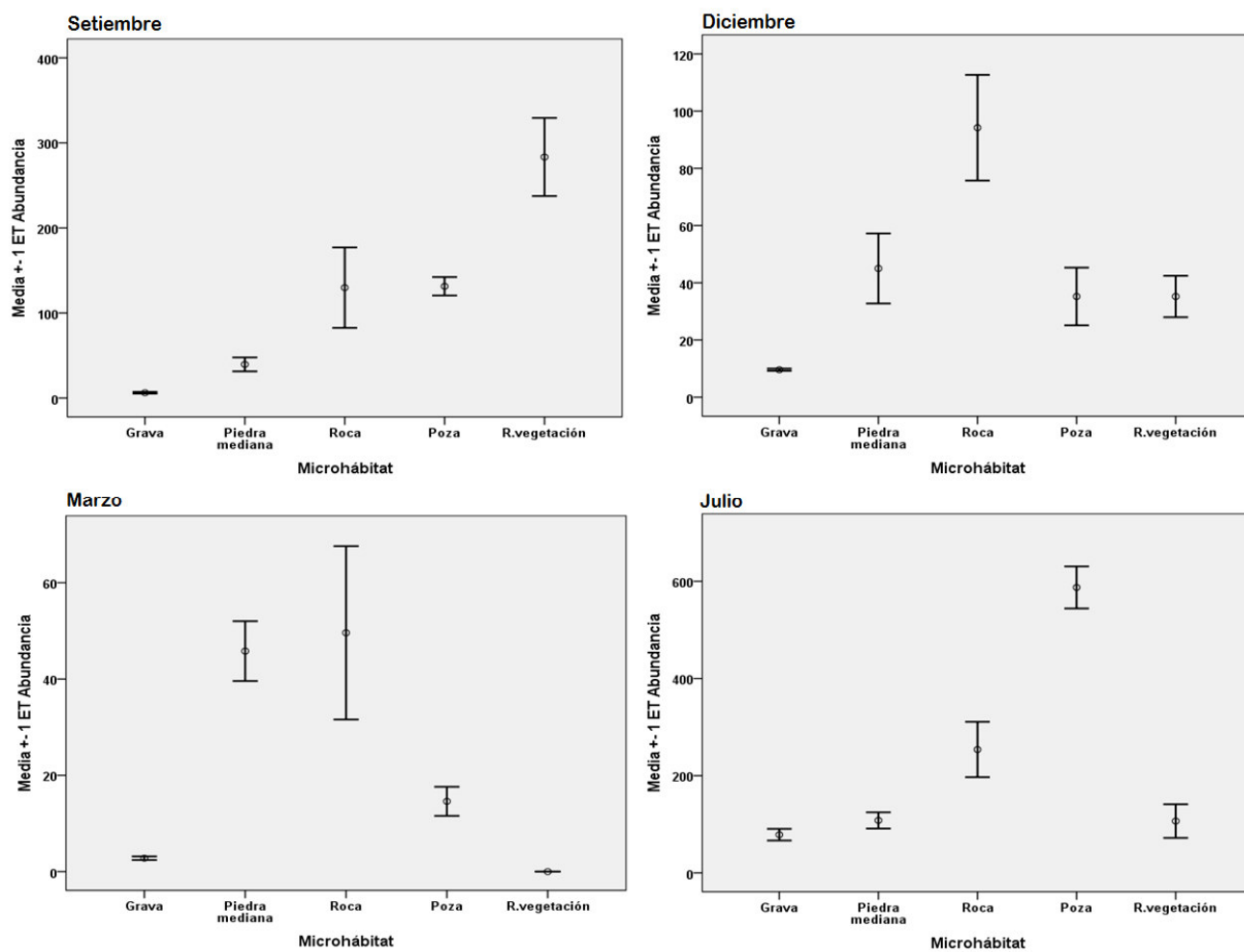
### 5.6.1.2 Abundancia

En general se registraron los mayores valores de abundancia promedio durante el mes de julio en los microhábitats poza con alga y roca con musgo, mientras que los menores valores de abundancia promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 17).

**Tabla 17.** Abundancia promedio de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio  |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media  | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 6.20      | 0.97         | 9.60      | 0.40         | 2.80  | 0.37         | 78.60  | 11.99        |
| <b>Piedra mediana</b>       | 39.60     | 8.20         | 45.00     | 12.25        | 45.80 | 6.21         | 108.00 | 16.67        |
| <b>Roca con musgo</b>       | 129.80    | 47.30        | 94.20     | 18.48        | 49.60 | 18.00        | 253.80 | 56.95        |
| <b>Poza con alga</b>        | 131.40    | 10.81        | 35.20     | 10.09        | 14.60 | 3.03         | 587.40 | 43.20        |
| <b>Restos de vegetación</b> | 283.40    | 45.89        | 35.20     | 7.25         | 0.00  | 0.00         | 106.60 | 34.68        |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p=0.0004$ ,  $0.003$ ,  $0.002$ ,  $0.002$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las fechas muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 18).



**Figura 18.** Barras de Error Típico de la Abundancia en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

### 5.6.1.3 Estructura comunitaria de la Quebrada Ccollpahuaycco

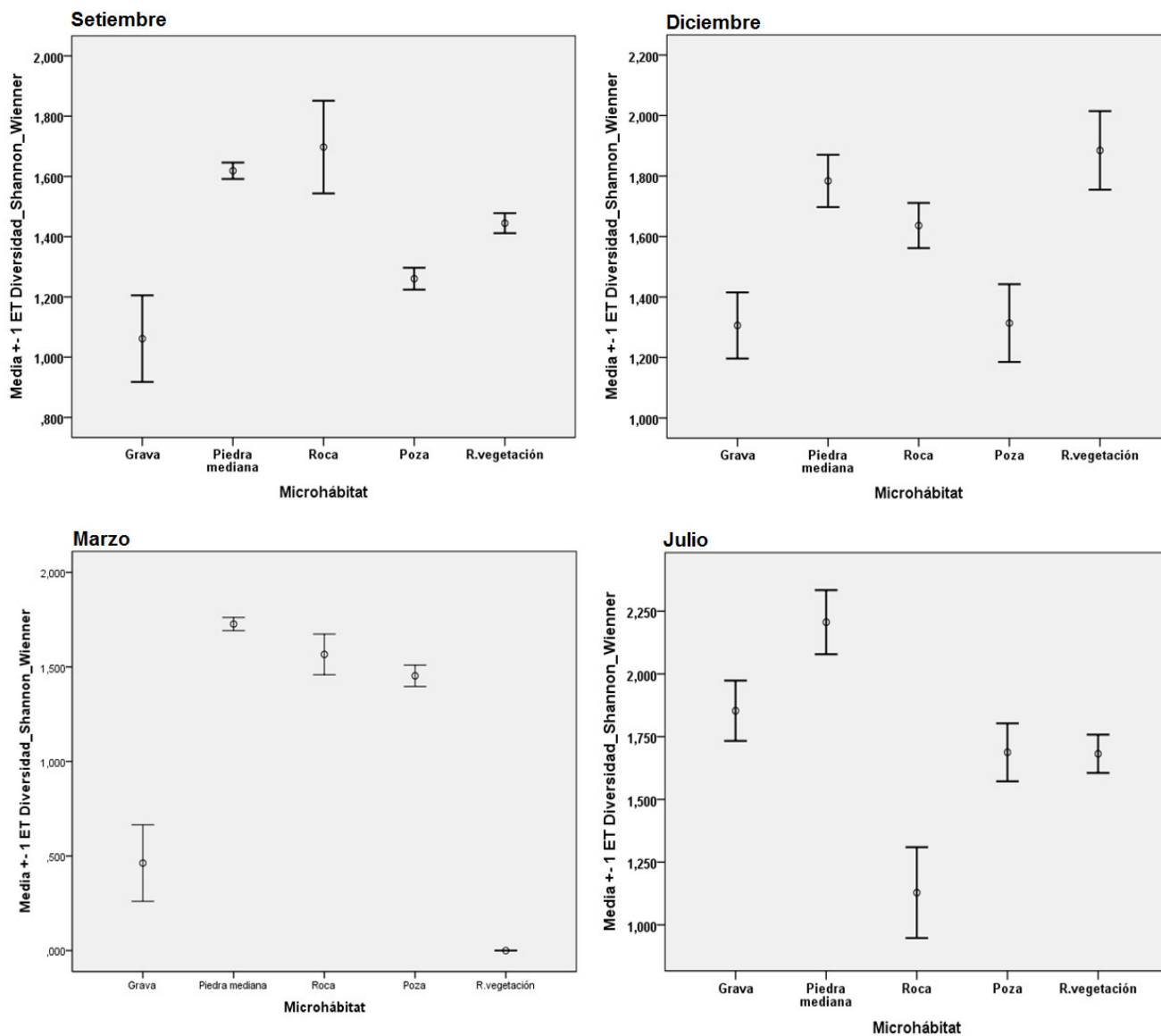
#### Diversidad de Shannon Wiener

Los mayores valores promedio del Índice de diversidad de Shannon Wiener se registraron durante el mes de julio en los microhábitats piedra mediana y poza con alga, mientras que los menores valores promedio se registraron durante el mes de marzo en los microhábitats restos de vegetación y grava (Tabla 18).

**Tabla 18.** Índice de Diversidad de Shannon Wiener de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 1.06      | 0.14         | 1.31      | 0.11         | 0.46  | 0.20         | 1.85  | 0.12         |
| <b>Piedra mediana</b>       | 1.62      | 0.03         | 1.78      | 0.09         | 1.73  | 0.03         | 2.21  | 0.13         |
| <b>Roca con musgo</b>       | 1.70      | 0.15         | 1.64      | 0.07         | 1.57  | 0.11         | 1.13  | 0.18         |
| <b>Poza con alga</b>        | 1.26      | 0.04         | 1.31      | 0.13         | 1.45  | 0.06         | 1.69  | 0.12         |
| <b>Restos de vegetación</b> | 1.44      | 0.03         | 1.88      | 0.13         | 0.00  | 0.00         | 1.48  | 0.21         |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.002, 0.007, 0.0004, 0.009$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las fechas de muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 19).



**Figura 19.** Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

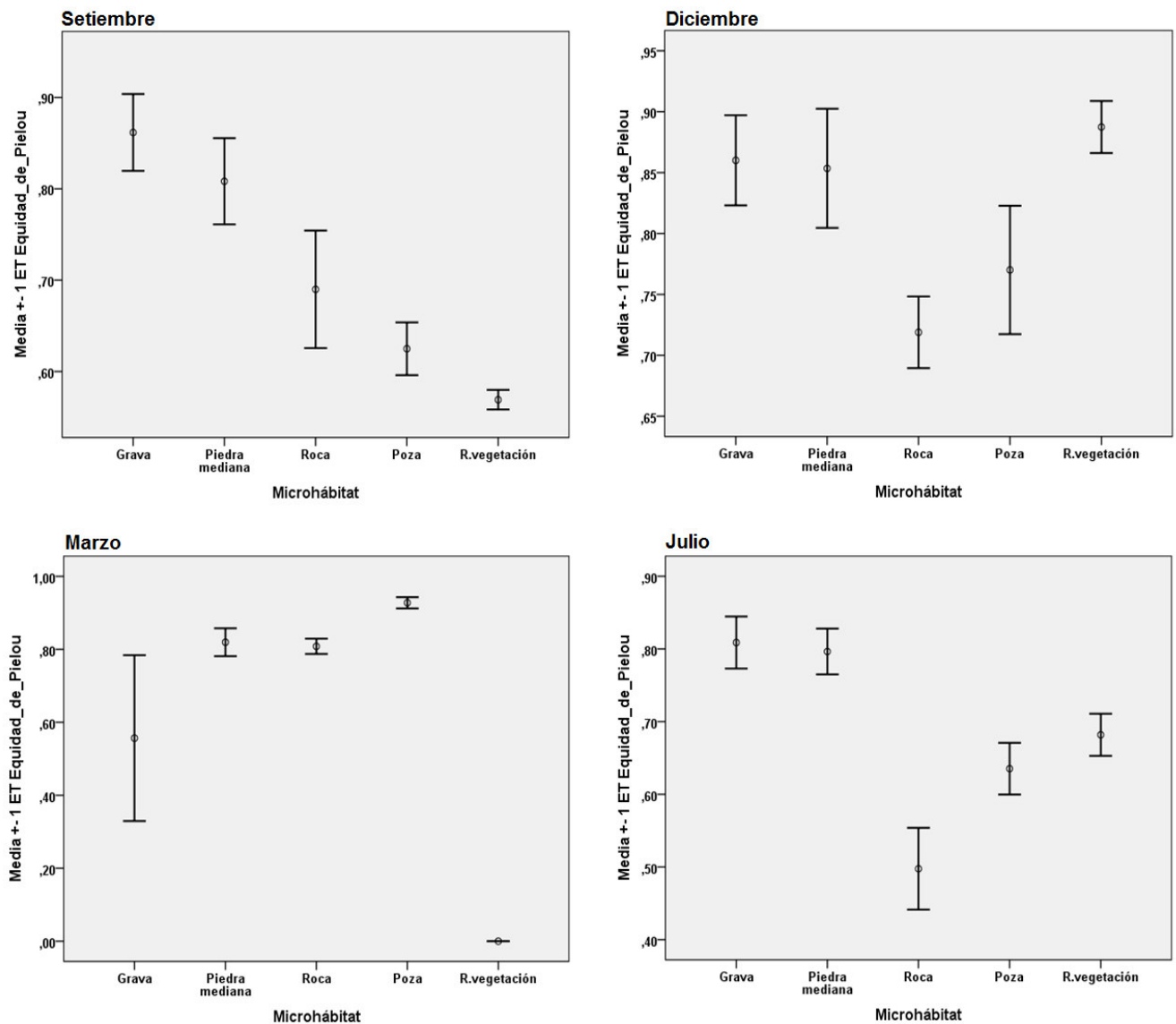
## Equidad de Pielou

Los mayores valores del Índice de Equidad de Pielou promedio se registraron durante el mes de marzo o en los microhábitats poza con alga y piedra mediana, mientras que los menores valores de dicho índice promedio se registraron durante el mes de julio en los roca con musgo y poza con alga (Tabla 19).

**Tabla 19.** Índice de Equidad de Pielou de cada microhábitat en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Microhábitat                | Setiembre |              | Diciembre |              | Marzo |              | Julio |              |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|                             | Media     | Error Típico | Media     | Error Típico | Media | Error Típico | Media | Error Típico |
| <b>Grava</b>                | 0.86      | 0.19         | 0.86      | 0.04         | 0.56  | 0.23         | 0.81  | 0.04         |
| <b>Piedra mediana</b>       | 0.81      | 0.05         | 0.85      | 0.05         | 0.82  | 0.04         | 0.80  | 0.03         |
| <b>Roca con musgo</b>       | 0.69      | 0.06         | 0.72      | 0.03         | 0.81  | 0.02         | 0.50  | 0.06         |
| <b>Poza con alga</b>        | 0.62      | 0.03         | 0.77      | 0.05         | 0.93  | 0.02         | 0.64  | 0.04         |
| <b>Restos de vegetación</b> | 0.57      | 0.01         | 0.89      | 0.02         | 0.00  | 0.00         | 0.68  | 0.03         |

La prueba de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes encontró que sí existen diferencias significativas ( $p= 0.005, 0.08, 0.006, 0.001$ ) entre los microhábitats estudiados durante todas las fechas muestreo, dichas diferencias se complementaron con los diagramas de barras de error, donde se muestra los cambios que existieron en cada microhábitat durante el año de estudio (Figura 20).



**Figura 20.** Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante Setiembre 2016 – Julio 2017.

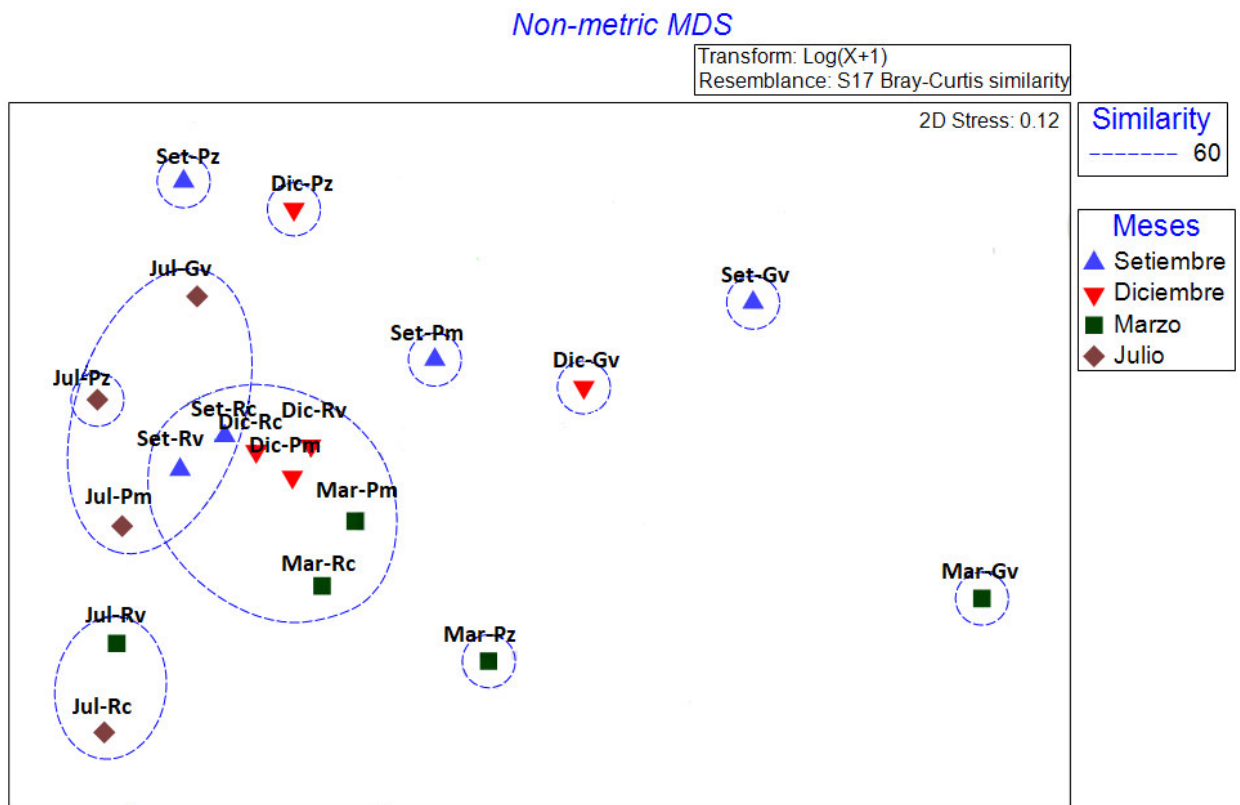
## 5.6.2 Análisis multivariados

El Análisis de Similitud (ANOSIM) evidenció que sí existen diferencias significativas entre los microhábitats estudiados ( $R= 0.1142$   $p= 0.0483$ ), estos resultados fueron complementados con el Análisis de Similitud Porcentual (SIMPER), el cual mostró disimilitudes entre 37.78% y 76.7% (Anexo 9).

A nivel temporal el ANOSIM evidenció diferencias significativas entre los meses de estudio ( $R= 0.2057$  y  $p= 0.0021$ ), estos resultados fueron complementados con el análisis SIMPER, el cual mostró disimilitudes entre 50.29% y 71.32 % (Anexo 11). El análisis SIMPER también mostró que a nivel espacial y temporal son los dípteros *Cricotopus* y *Tanytarsus* los que más influyen en la estructura de la comunidad (Anexo 13).

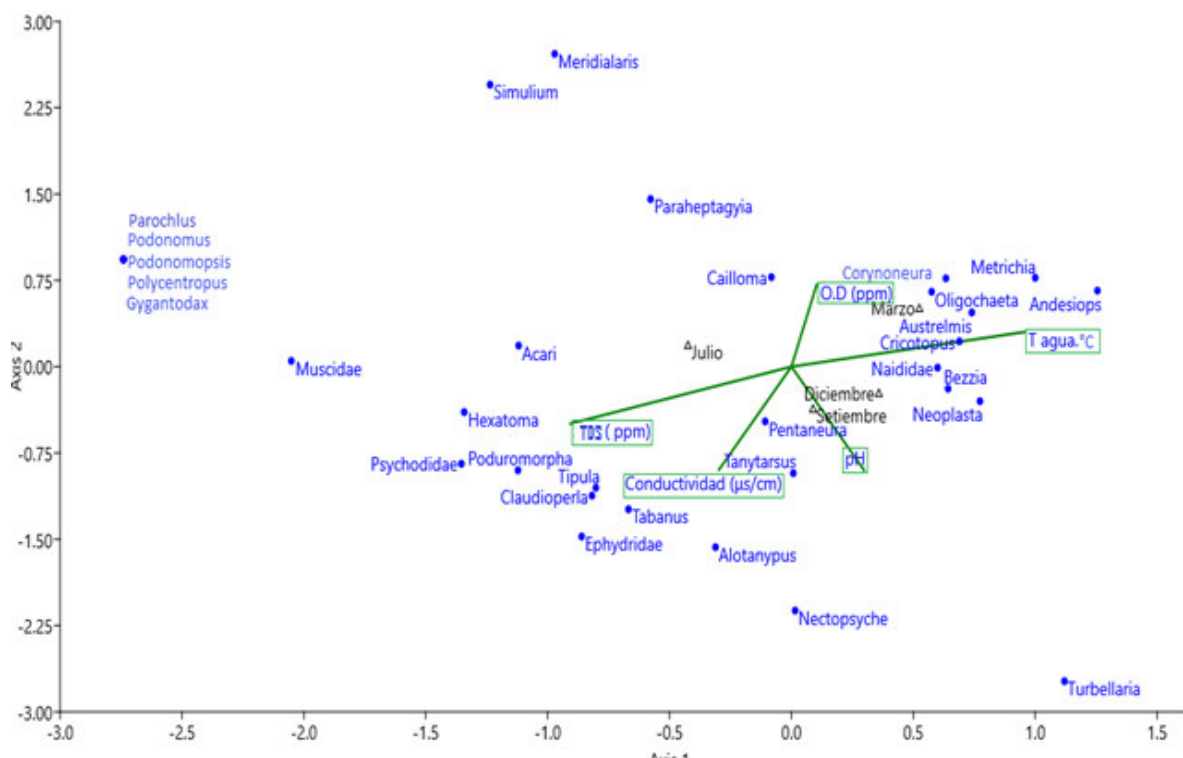
El análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (NMDS) por microhábitats y meses obtuvo un estres de 2D  $Stress = 0.12$ . El gráfico muestra una tendencia a los puntos a agruparse de acuerdo con las fechas de estudio y no por los microhábitats (Figura 21). Se observa que el microhábitat grava tiende a diferenciarse de los demás sustratos.





**Figura 21.** Análisis de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico por microhábitats y meses de estudio en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú).

Los resultados del análisis de Correspondencia Canónica mostraron que el primer eje explica el 63.46% de la varianza, mientras que el segundo eje explicó el 36.54% de la varianza (Anexo 13). Las variables O.D, T° agua y pH se correlacionaron con el eje 1, mientras que la conductividad y TDS se correlacionaron con el eje 2 (Figura 22 y anexo 15). El gráfico muestra la predominancia de los dípteros respecto a campañas de muestreo con valores elevados TDS, conductividad y pH.



**Figura 22.** Análisis de Correspondencia Canónica entre los parámetros fisicoquímicos y los meses de estudio en la quebrada Ccollpahuaycco.

### 5.6.3 Relación entre las variables bióticas y abióticas.

Según la correlación no paramétrica de Spearman se evidenciaron fuertes correlaciones negativas entre los parámetros bióticos de la abundancia y riqueza con los parámetros

abióticos de ancho, velocidad de corriente, caudal y temperatura de agua aunque dichas correlaciones no fueron significativas (Tabla 20).

**Tabla 20.** Correlación de Spearman entre la estructura comunitaria y los parámetros hidrológicos y fisicoquímicos del agua en la quebrada Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) Setiembre 2016 – Julio 2017.

| Estructura comunitaria |                             | Ancho (m) | Profundidad (cm) | Velocidad de corriente (m/s) | Caudal (l/s) | T agua. °C | pH    | O.D (ppm) | Conductividad (µs/cm) | TDS (ppm) |
|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|------------------------------|--------------|------------|-------|-----------|-----------------------|-----------|
| Abundancia             | Coefficiente de correlación | -.800     | -.400            | -1.000                       | -1.000       | -1.000     | -.400 | -.400     | .200                  | 1.000     |
|                        | Sig. (bilateral)            | .200      | .600             | .                            | .            | .          | .600  | .600      | .800                  | .         |
| Riqueza                | Coefficiente de correlación | -.632     | -.316            | -.949                        | -.949        | -.949      | -.316 | -.632     | .316                  | .949      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .368      | .684             | .051                         | .051         | .051       | .684  | .368      | .684                  | .051      |
| Diversidad             | Coefficiente de correlación | -.400     | -.200            | -.800                        | -.800        | -.800      | -.200 | -.800     | .400                  | .800      |
|                        | Sig. (bilateral)            | .600      | .800             | .200                         | .200         | .200       | .800  | .200      | .600                  | .200      |
| Equidad                | Coefficiente de correlación | .800      | .400             | .600                         | .600         | .600       | .400  | -.400     | .200                  | -.600     |
|                        | Sig. (bilateral)            | .200      | .600             | .400                         | .400         | .400       | .600  | .600      | .800                  | .400      |

## 5.7 Comparación entre quebradas

### 5.7.1 Riqueza específica

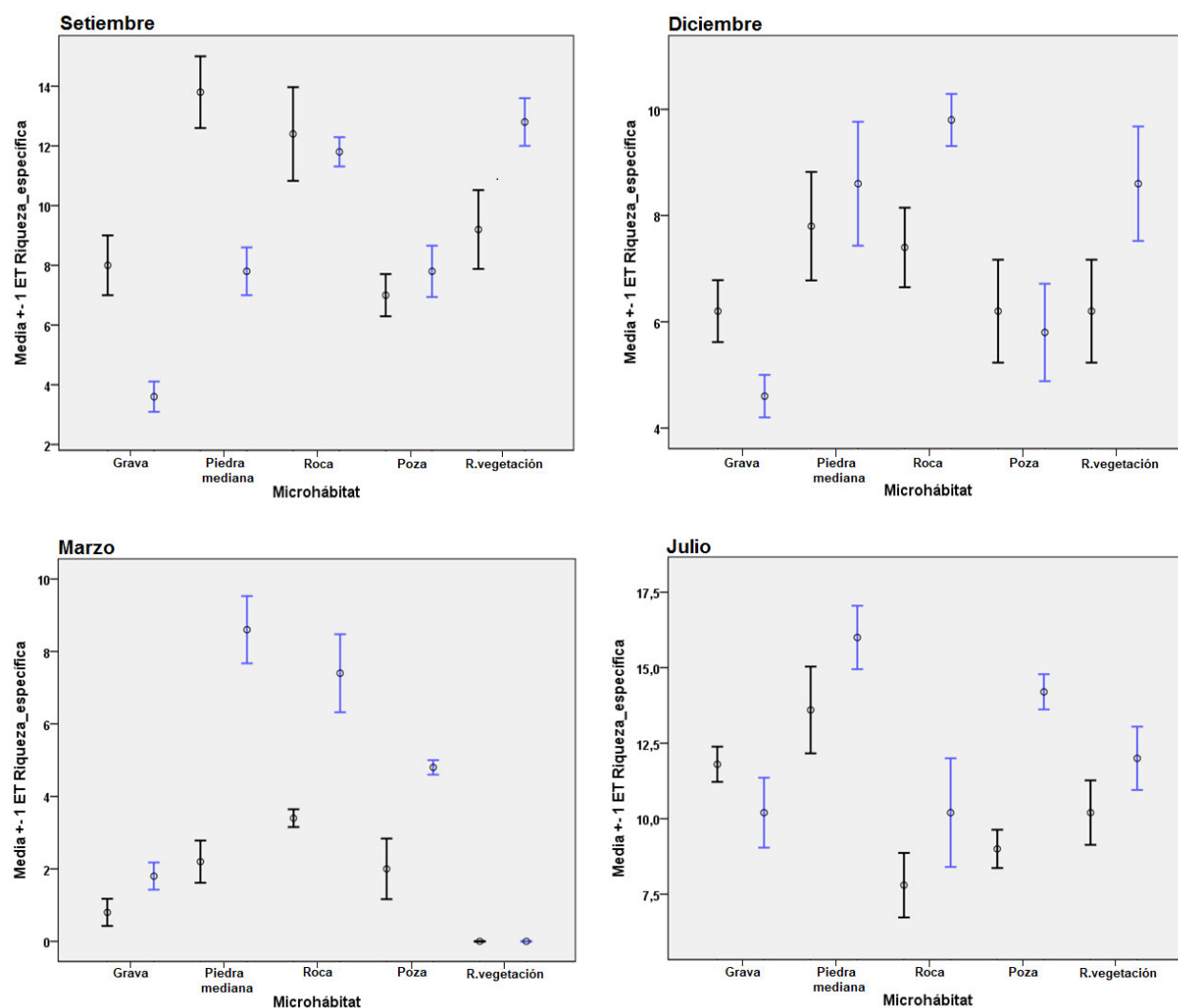
La prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la riqueza específica a nivel espacial entre ambas quebradas durante todos los meses de estudio (Tabla 21).

Estos resultados fueron complementados con los diagramas de barras de error, donde se pudo observar gráficamente las diferencias entre los valores de la riqueza específica de cada microhábitat en ambas quebradas durante cada mes de estudio (Figura 23).

**Tabla 21.** Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para la riqueza específica.

\*Diferencias significativas

| Riqueza específica   | Setiembre    | Diciembre | Marzo        | Julio        |
|----------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|
| Grava                | <b>0.02*</b> | 0.07      | 0.13         | <b>0.4*</b>  |
| Piedra mediana       | <b>0.01*</b> | 0.67      | <b>0.01*</b> | 0.24         |
| Roca                 | 0.91         | 0.05      | <b>0.02*</b> | 0.34         |
| Poza                 | 0.67         | 0.92      | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> |
| Restos de vegetación | 0.11         | 0.17      | 1            | 0.21         |



**Figura 23.** Barras de Error Típico de la Riqueza específica (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.

### 5.7.2 Abundancia

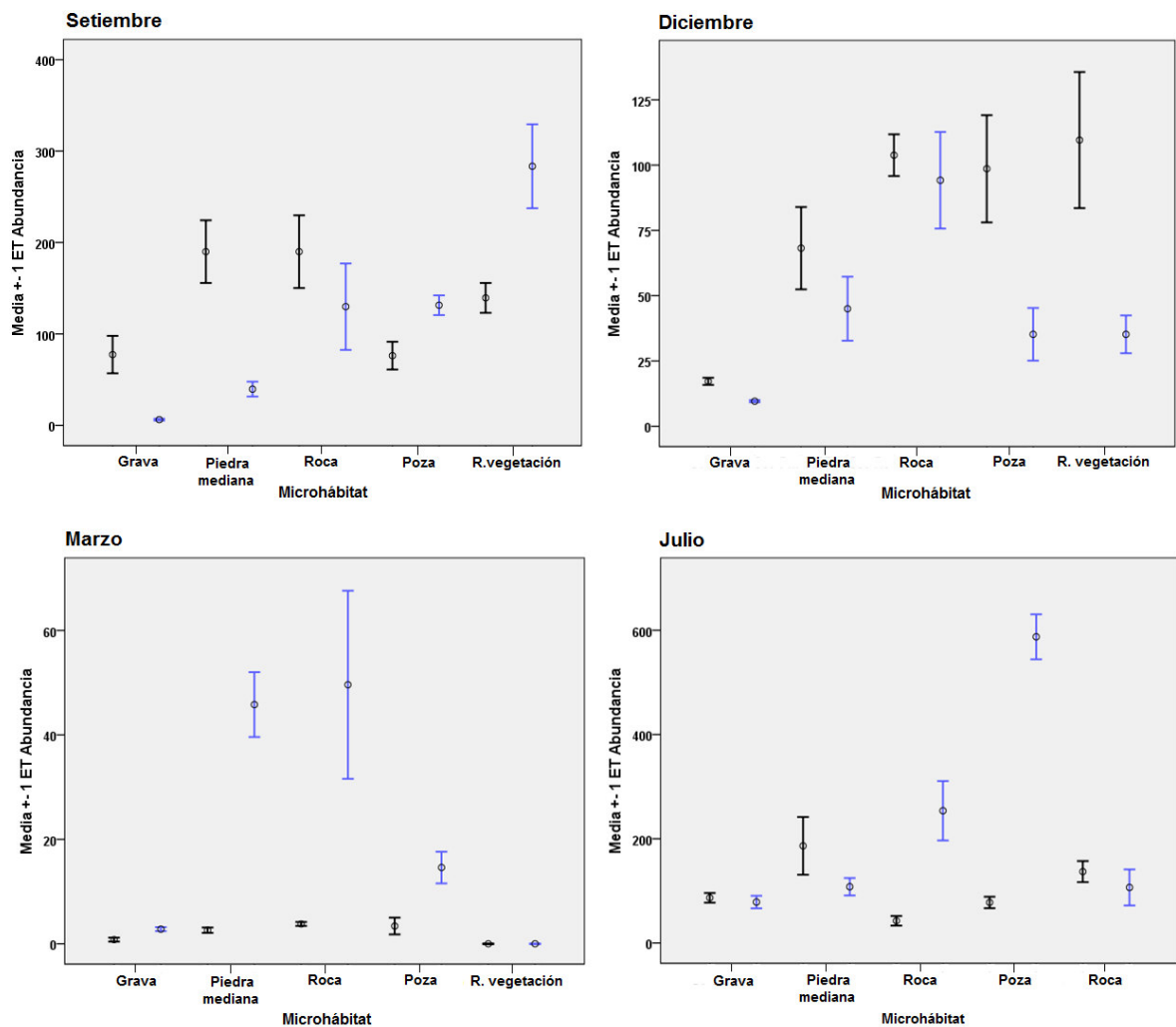
La prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la abundancia a nivel espacial entre ambas quebradas durante todos los meses de estudio (Tabla 23).

Estos resultados fueron complementados con los diagramas de barras de error, donde se pudo observar gráficamente las diferencias entre los valores de la abundancia de cada microhábitat en quebradas durante cada mes de estudio (Figura 22).

**Tabla 22.** Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para la abundancia.

\*Diferencias significativas

| Abundancia           | Setiembre    | Diciembre    | Marzo        | Julio        |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Grava                | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> | <b>0.02*</b> | 0.68         |
| Piedra mediana       | <b>0.01*</b> | 0.3          | <b>0.01*</b> | 0.68         |
| Roca                 | 0.4          | 1            | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> |
| Poza                 | <b>0.04*</b> | <b>0.02*</b> | <b>0.03*</b> | <b>0.01*</b> |
| Restos de vegetación | <b>0.01*</b> | 0.09         | 1            | 0.53         |



**Figura 24.** Barras de Error Típico de la Abundancia (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.

### 5.7.3 Índice de diversidad de Shannon Wiener

La prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el Índice de Diversidad de Shannon Wiener a nivel espacial entre ambas quebradas durante todos los meses de estudio (Tabla 23).

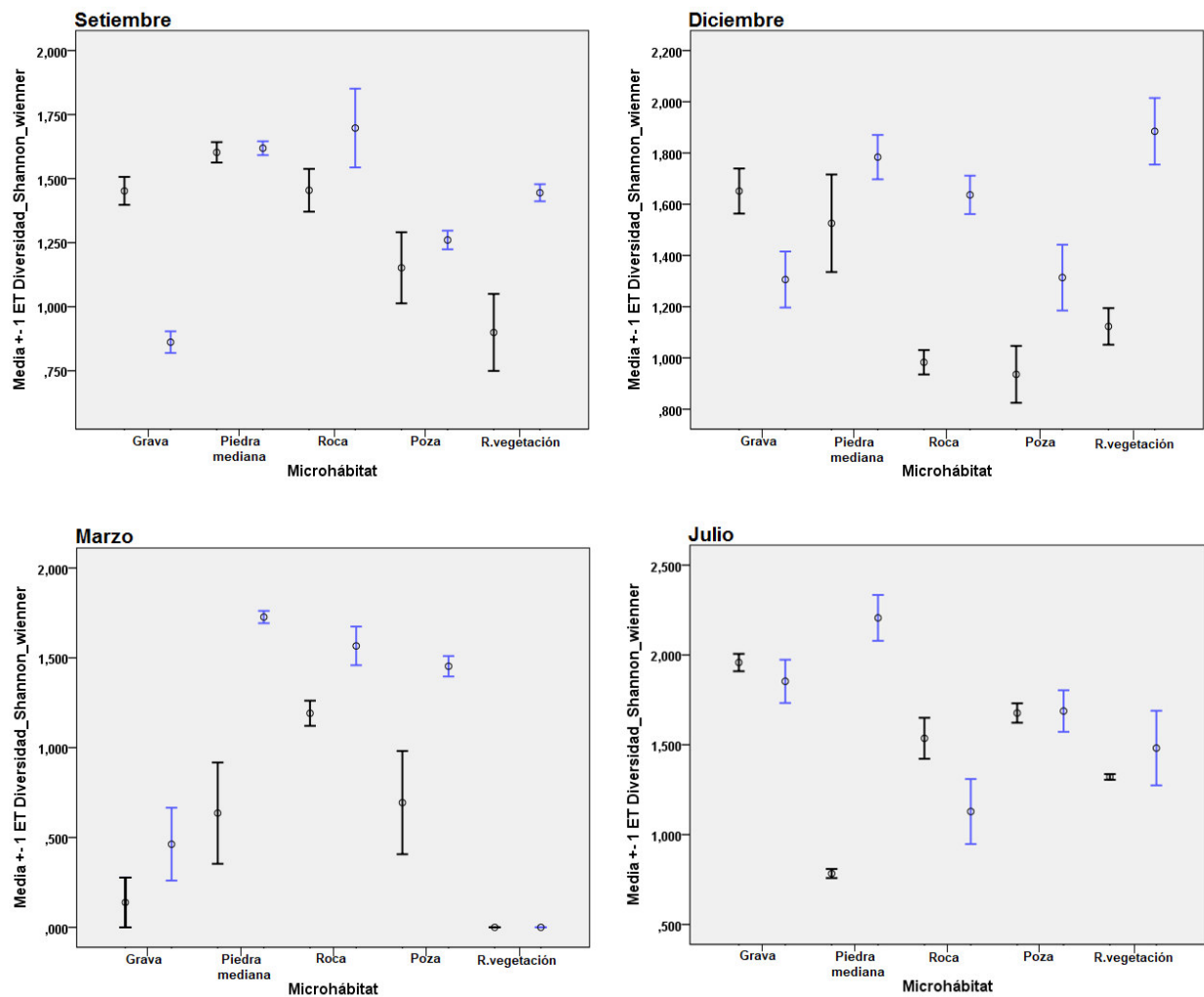
Estos resultados fueron complementados con los diagramas de barra de error, donde se pudo observar gráficamente las diferencias entre los valores del Índice de Diversidad de Shannon Wiener de cada microhábitat en quebradas durante cada mes de estudio (Figura 25).

**Tabla 23.** Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para el Índice de Diversidad de Shannon Wiener.

\*Diferencias significativas

| Diversidad de Shannon Wiener | Setiembre    | Diciembre    | Marzo        | Julio        |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Grava                        | <b>0.01*</b> | <b>0.04*</b> | 0.35         | 0.4          |
| Piedra mediana               | 0.84         | 0.4          | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> |
| Roca                         | 0.3          | <b>0.01*</b> | <b>0.04*</b> | 0.14         |
| Poza                         | 0.68         | 0.06         | <b>0.02*</b> | 0.67         |
| Restos de vegetación         | 0.06         | <b>0.01*</b> | 1            | 0.14         |





**Figura 25.** Barras de Error Típico del Índice de Diversidad de Shannon Wiener (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho – Perú) durante setiembre 2016 – Julio 2017.

#### 5.7.4 Índice de Equidad de Pielou

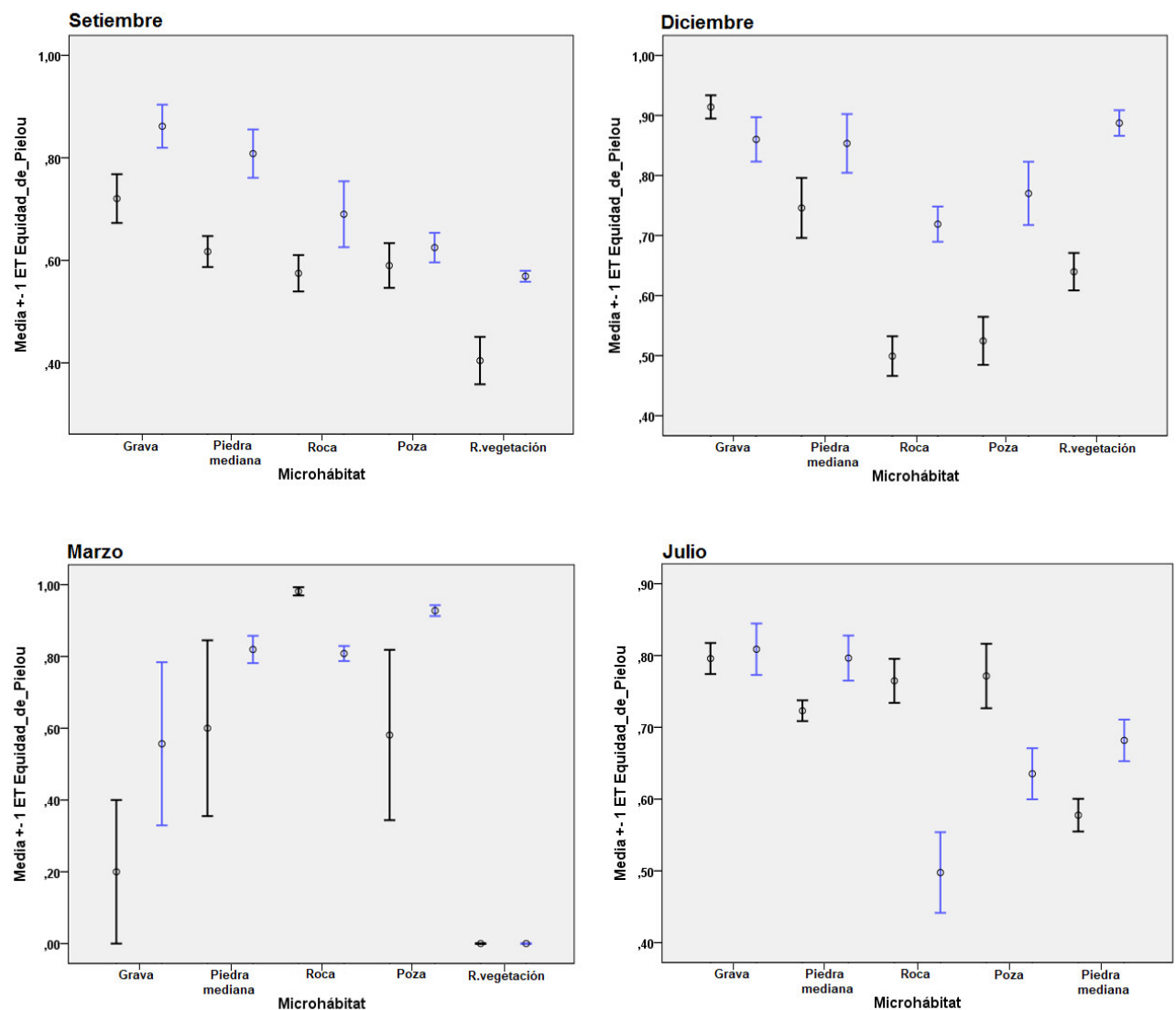
La prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el Índice de Equidad de Pielou a nivel espacial entre ambas quebradas durante todos los meses de estudio (Tabla 24).

Estos resultados fueron complementados con los diagramas de barra de error, donde se pudo observar gráficamente las diferencias entre los valores del Índice de Equidad de Pielou de cada microhábitat en quebradas durante cada mes de estudio (Figura 26).

**Tabla 24.** Resultados del p-valor de la prueba de Mann-Whitney para el Índice de Equidad de Pielou.

\*Diferencias significativas

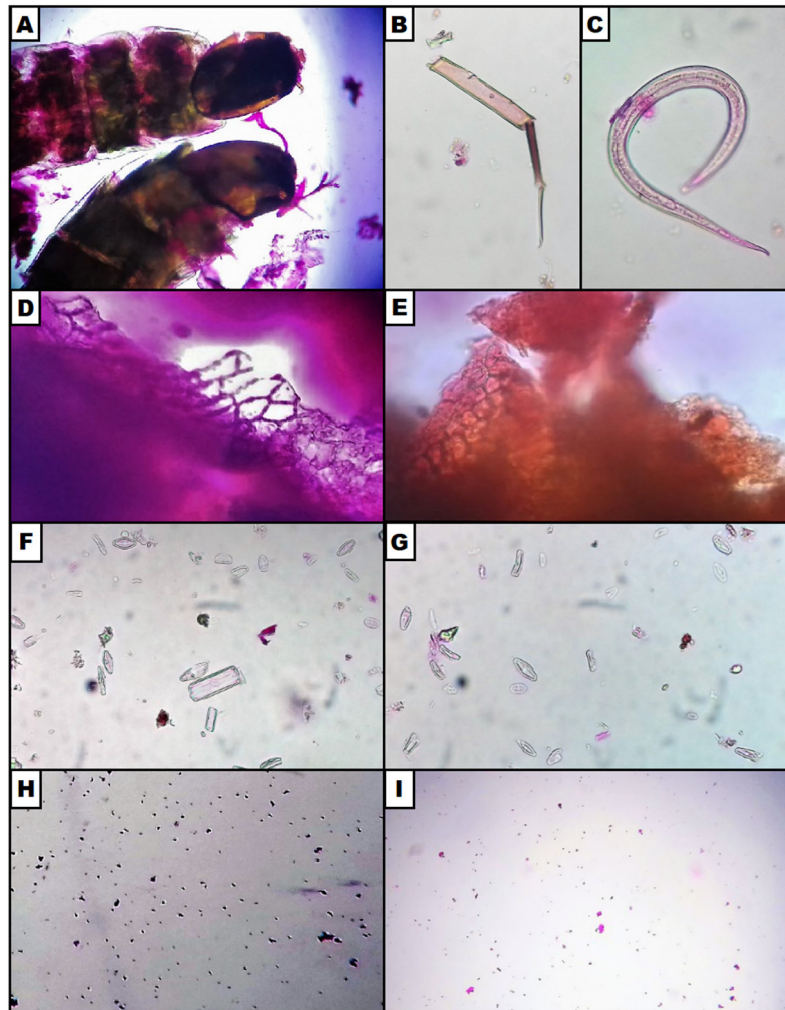
| Equidad de Pielou    | Setiembre    | Diciembre    | Marzo        | Julio        |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Grava                | 0.06         | 0.21         | 0.48         | 1            |
| Piedra mediana       | <b>0.02*</b> | 0.4          | 0.67         | 0.14         |
| Roca                 | 0.14         | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> | <b>0.01*</b> |
| Poza                 | 0.68         | <b>0.02*</b> | 1            | 0.21         |
| Restos de vegetación | <b>0.02*</b> | <b>0.01*</b> | 1            | <b>0.04*</b> |



**Figura 26.** Barras de Error Típico del Índice de Equidad de Pielou (Chicucha: negro, Ccollpahuaycco: azul) en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco (Ayacucho - Perú) durante setiembre 2016 - Julio 2017.

## 5.11 Gremios Tróficos

En ambas quebradas no se pudo realizar el análisis del tracto digestivo de todos los géneros debido a que en algunos casos estos estaban vacíos y en otros no se contaba con el número de individuos adecuados para el análisis. En total se identificaron cuatro ítems alimenticios: Restos animales (RA), Tejido vegetal (TV), Microalgas (MA), y Materia Orgánica Particulada Fina (MOPF) (Figura 27).



**Figura 27.** Ítems alimenticios presentes en intestinos de insectos acuáticos procedentes de las Quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco. Restos animales (A, B y C), Tejido vegetal (D y E), Microalgas (F y G), MOPF (H e I).

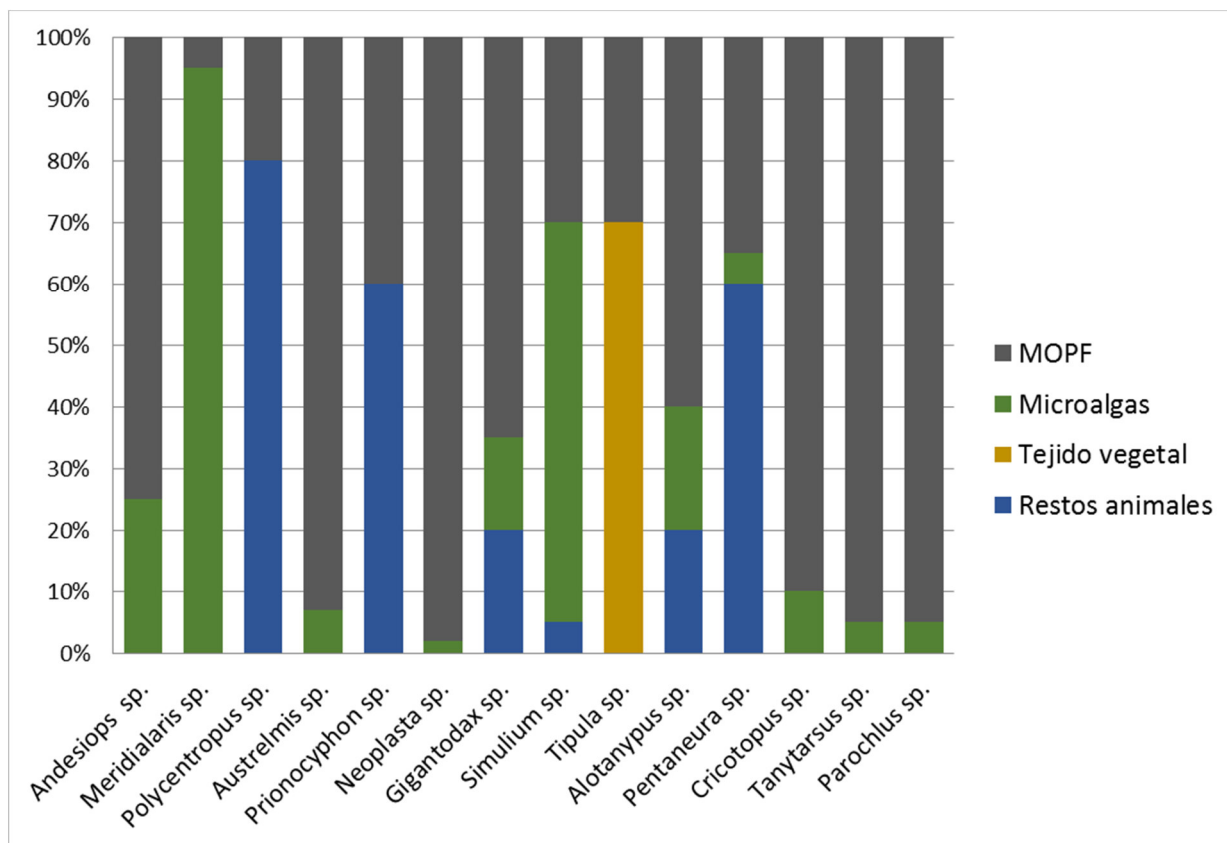
#### 5.11.1 Gremios tróficos en la quebrada Chicucha

En la quebrada Chicucha se observó, en su mayoría, que los macroinvertebrados acuáticos se alimentaban principalmente del ítem alimenticio MOPF seguido por las microalgas y en menor cantidad de restos vegetales (Figura 28).

Los gremios tróficos presentes en base a los ítems alimenticios encontrados fueron detritívoros, herbívoros y depredadores (Tabla 25).

**Tabla 25.** Porcentajes de los ítems alimenticios presentes en los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Chicucha.

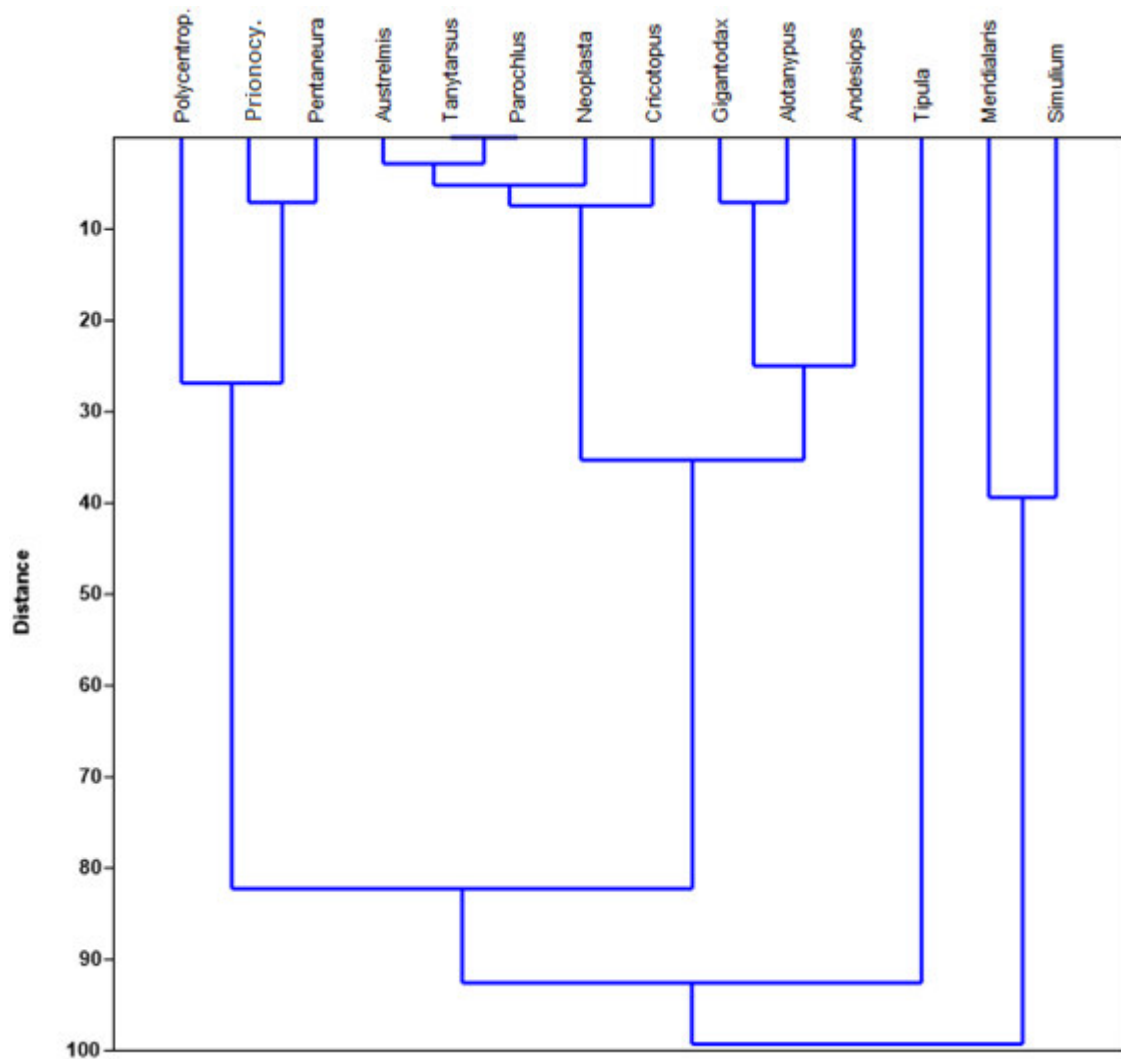
| Taxón                    | Restos animales | Tejido vegetal | Microalgas | MOPF | GT          |
|--------------------------|-----------------|----------------|------------|------|-------------|
| <i>Andesiops sp.</i>     | 0               | 0              | 25         | 75   | Detritívoro |
| <i>Meridialaris sp.</i>  | 0               | 0              | 95         | 5    | Herbívoro   |
| <i>Polycentropus sp.</i> | 80              | 0              | 0          | 20   | Depredador  |
| <i>Austrelmis sp.</i>    | 0               | 0              | 7          | 93   | Detritívoro |
| <i>Prionocyphon sp.</i>  | 60              | 0              | 0          | 40   | Depredador  |
| <i>Neoplasta sp.</i>     | 0               | 0              | 2          | 98   | Detritívoro |
| <i>Gigantodax sp.</i>    | 20              | 0              | 15         | 65   | Detritívoro |
| <i>Simulium sp.</i>      | 5               | 0              | 65         | 30   | Herbívoro   |
| <i>Tipula sp.</i>        | 0               | 70             | 0          | 30   | Herbívoro   |
| <i>Alotanypus sp.</i>    | 20              | 0              | 20         | 60   | Detritívoro |
| <i>Pentaneura sp.</i>    | 60              | 0              | 5          | 35   | Depredador  |
| <i>Cricotopus sp.</i>    | 0               | 0              | 10         | 90   | Detritívoro |
| <i>Tanytarsus sp.</i>    | 0               | 0              | 5          | 95   | Detritívoro |
| <i>Parochlus sp.</i>     | 0               | 0              | 5          | 95   | Detritívoro |



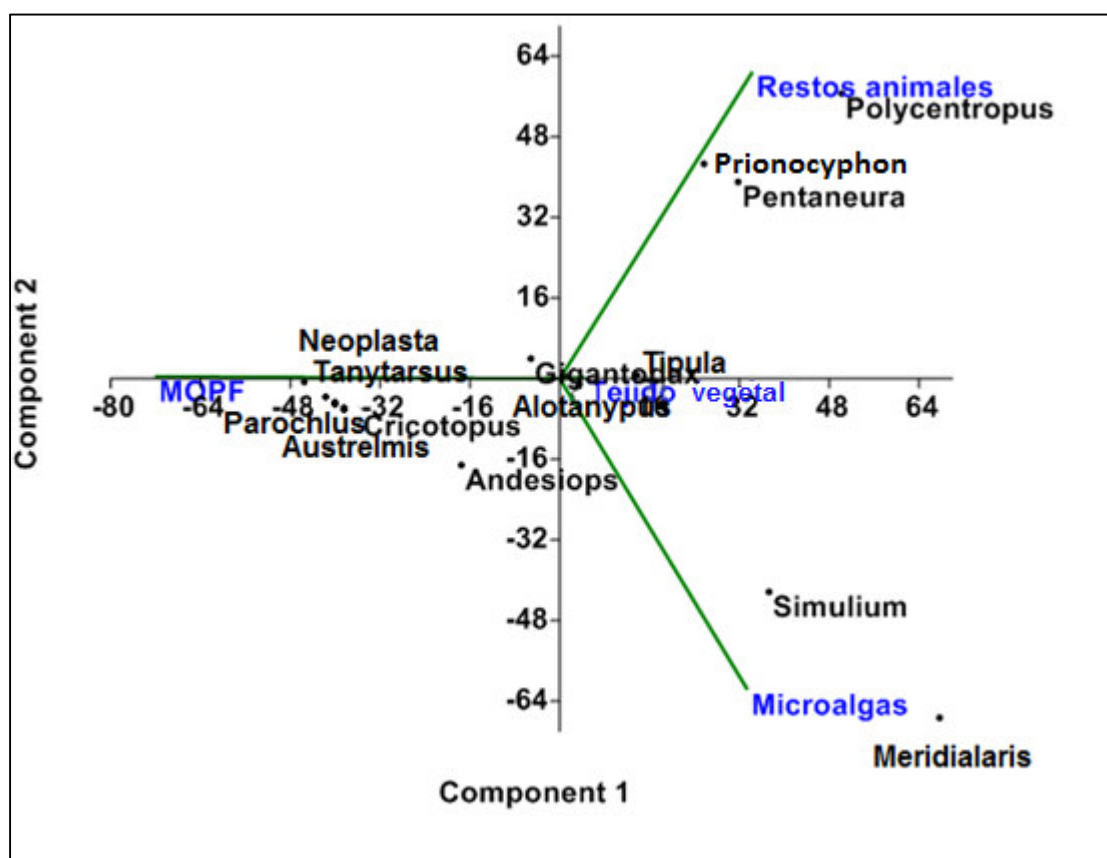
**Figura 28.** Porcentaje promedio de cada ítem alimenticio en los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Chicucha.

El análisis de cluster de los géneros estudiados evidenció la formación de cuatro grupos de acuerdo con su tipo de alimentación (Figura 29).

Los resultados del Análisis de Componentes Principales mostraron que el primer componente explicaría el 49.8% de la varianza, mientras que el segundo componente explicaría el 34.5% de la varianza (Figura 30). Se evidencia la preferencia de algunos géneros por un ítem alimenticio en particular, mientras que otros muestran preferencia por varios ítems alimenticios.

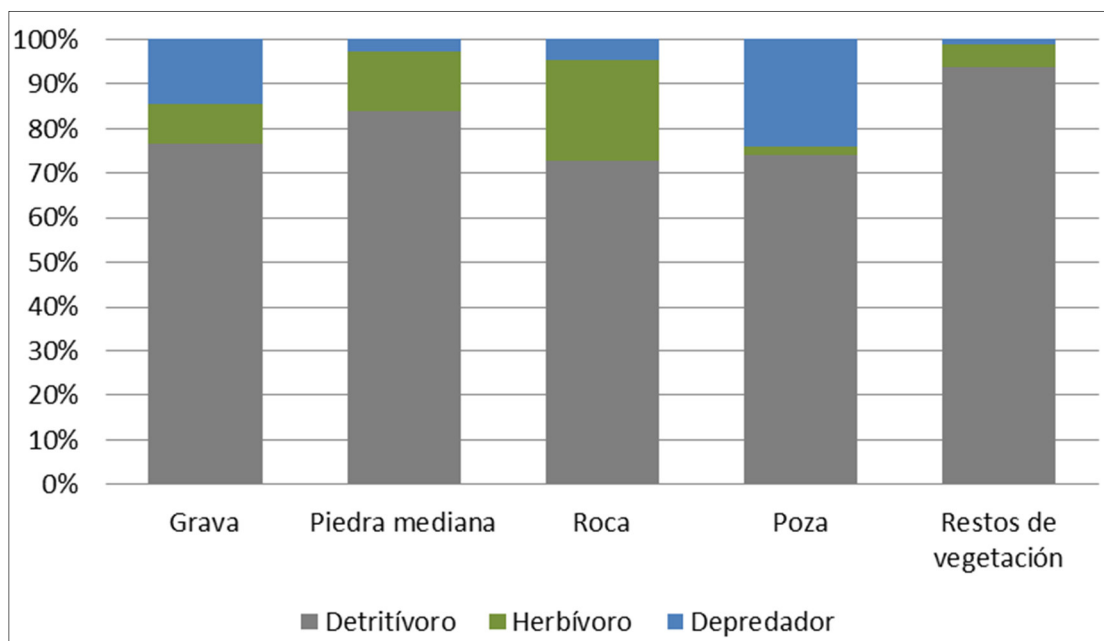


**Figura 29.** Cluster de los géneros estudiados en la quebrada Chicucha, basado en ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.



**Figura 30.** Análisis de componentes principales de los géneros presentes en la quebrada Chicucha en base a los ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.





**Figura 31.** Proporción de abundancia de los gremios tróficos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Chicucha durante el mes de julio 2017.

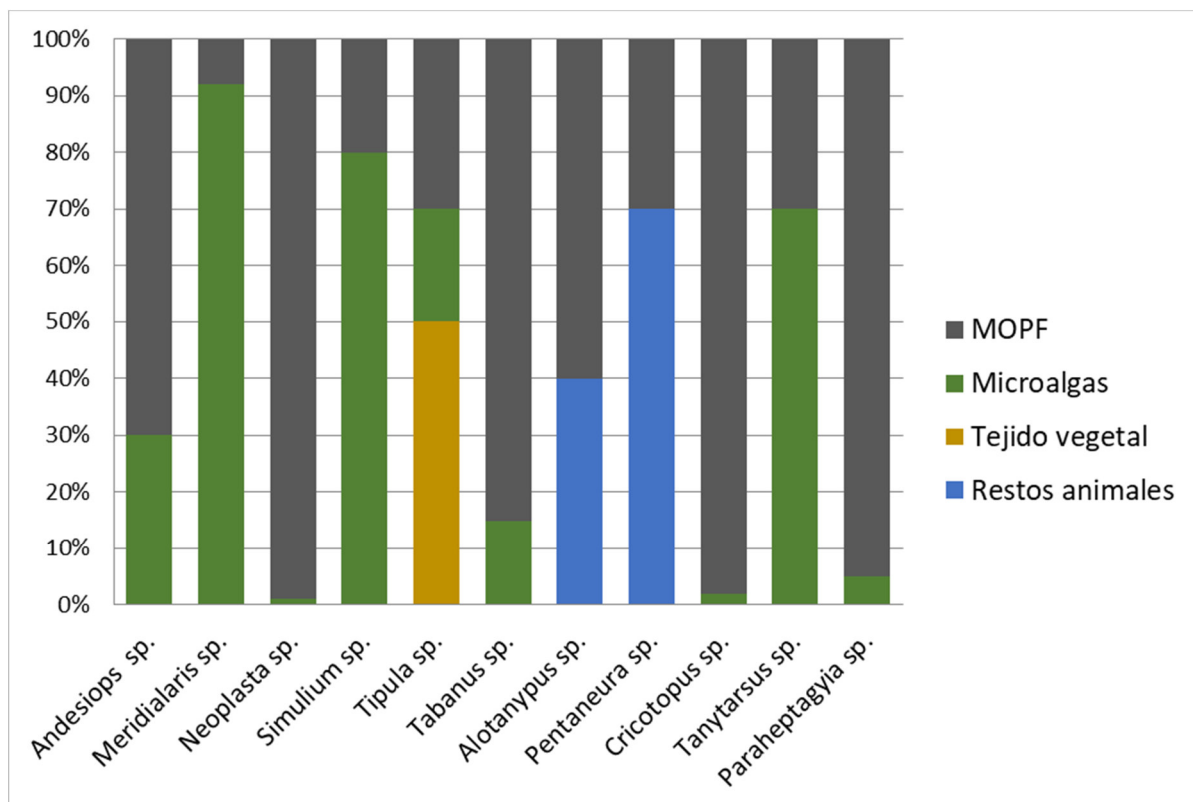
### 5.11.2 Gremios tróficos de Alimentación en la quebrada Ccollpahuaycco

En la quebrada Ccollpahuaycco se observó en su mayoría que los macroinvertebrados acuáticos se alimentaban principalmente del ítem alimenticio MOPF seguido por las microalgas y en menor cantidad de restos vegetales (Figura 32).

Los gremios tróficos presentes en base a los ítems alimenticios encontrados fueron detritívoro, herbívoro y depredador (Tabla 26).

**Tabla 26.** Porcentajes de los ítems alimenticios presentes en los macroinvertebrados acuáticos en la Quebrada Ccollpahuaycco.

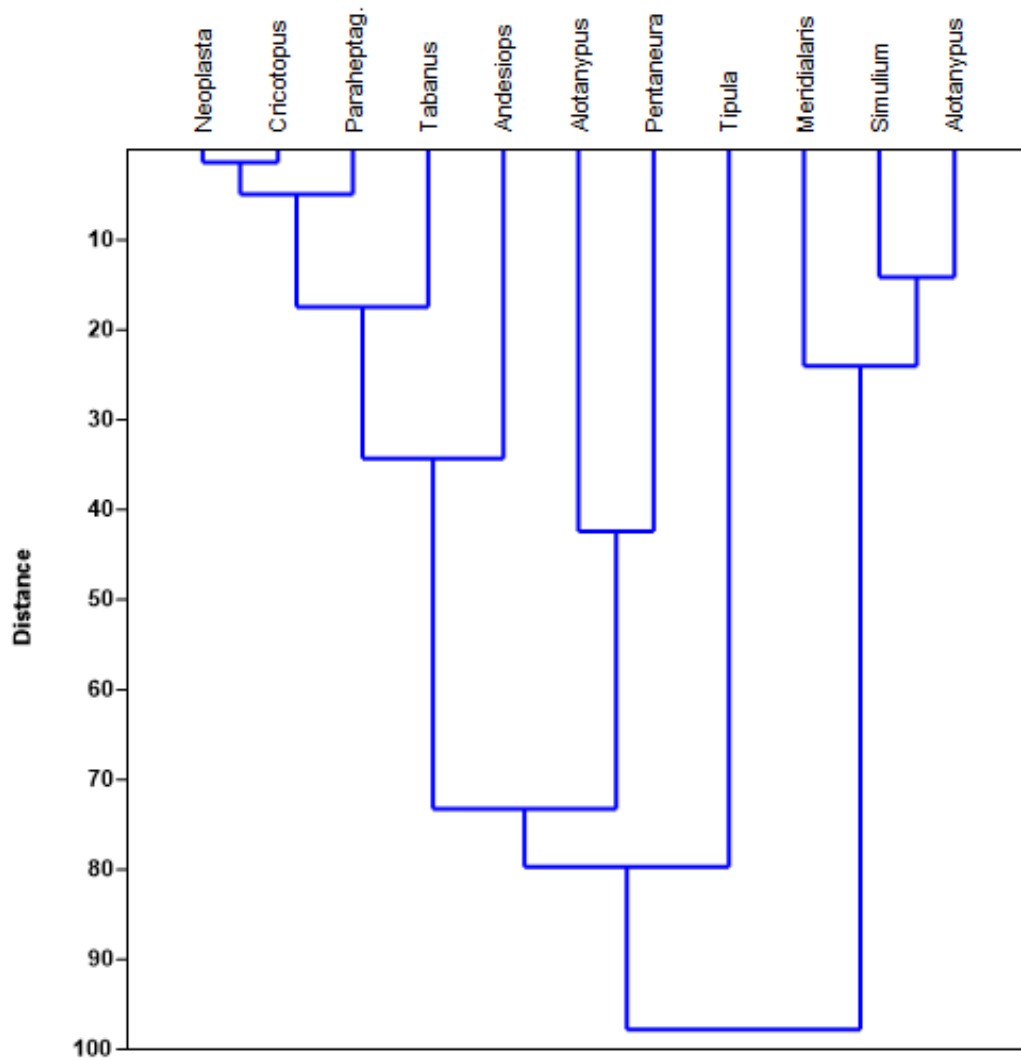
| Taxón                    | Restos animales | Tejido vegetal | Microalgas | MOPF | GT          |
|--------------------------|-----------------|----------------|------------|------|-------------|
| <i>Andesiops sp.</i>     | 0               | 0              | 30         | 70   | Detritívoro |
| <i>Meridialaris sp.</i>  | 0               | 0              | 92         | 8    | Herbívoro   |
| <i>Neoplasta sp.</i>     | 0               | 0              | 1          | 99   | Detritívoro |
| <i>Simulium sp.</i>      | 0               | 0              | 80         | 20   | Herbívoro   |
| <i>Tipula sp.</i>        | 0               | 50             | 20         | 30   | Herbívoro   |
| <i>Tabanus sp.</i>       | 0               | 0              | 15         | 85   | Detritívoro |
| <i>Alotanypus sp.</i>    | 40              | 0              | 0          | 60   | Detritívoro |
| <i>Pentaneura sp.</i>    | 70              | 0              | 0          | 30   | Depredador  |
| <i>Cricotopus sp.</i>    | 0               | 0              | 2          | 98   | Detritívoro |
| <i>Tanytarsus sp.</i>    | 0               | 0              | 70         | 30   | Herbívoro   |
| <i>Paraheptagyia sp.</i> | 0               | 0              | 5          | 95   | Detritívoro |



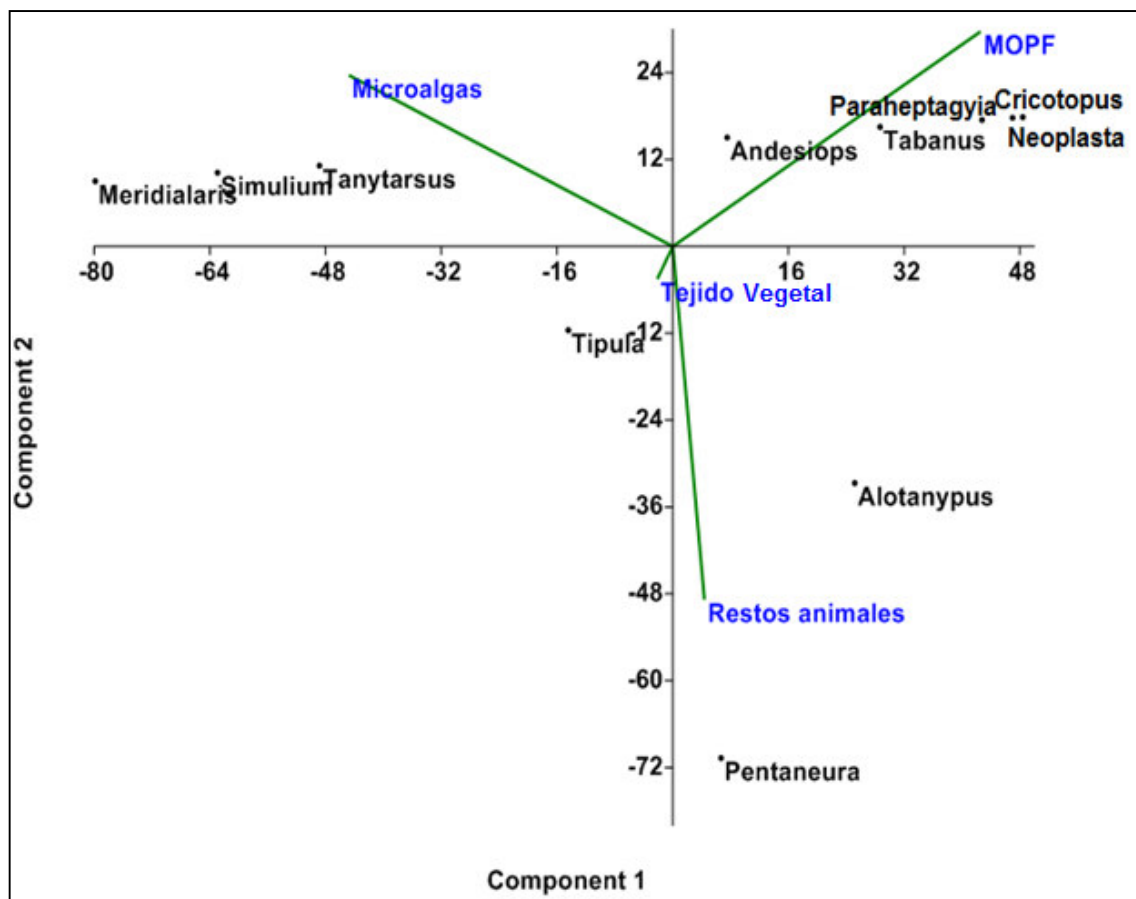
**Figura 32.** Porcentaje promedio de cada ítem alimenticio en los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Ccollpahuaycco.

El análisis de cluster de los géneros estudiados evidenció la formación de cuatro grupos de acuerdo con su tipo de alimentación (Figura 33).

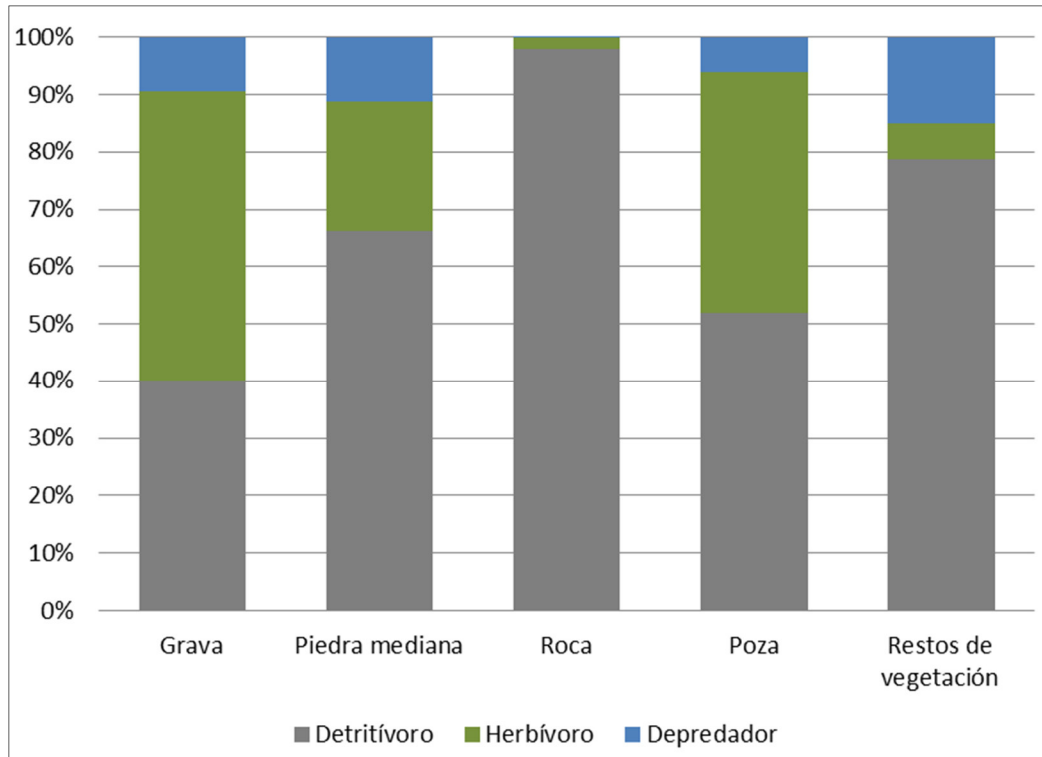
Los resultados del Análisis de Componentes Principales mostraron que el primer componente explicaría el 65.7% de la varianza, mientras que el segundo componente explicaría el 24.9% de la varianza (Figura 34). Se evidencia la preferencia de algunos géneros por un ítem alimenticio en particular, mientras que otros muestran preferencia por varios ítems alimenticios.



**Figura 33.** Cluster de los géneros estudiados en la quebrada Ccollpahuaycco, basada en ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.



**Figura 34.** Análisis de componentes principales de los géneros presentes en la quebrada Ccollpahuaycco en base a los ítems alimenticios consumidos en Julio del 2017.



**Figura 35.** Proporción de abundancia de los gremios tróficos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Ccollpahuaycco durante el mes de julio 2017.

## 6. DISCUSIÓN

### Estado ecológico

En general, los resultados del protocolo CERA demuestran durante todos los meses de estudio, que las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco son consideradas como quebradas de referencia, aunque no sean necesariamente prístinas; tal es el caso de la quebrada Ccollpahuaycco en donde aguas abajo de su cauce se observó la presencia de un puente con presencia de basura en su alrededor, mientras que en la quebrada Chicucha se notó que en sus alrededores se practicaba la agricultura y también la presencia de restos de basura. Al respecto la Directiva Marco del Agua menciona que las quebradas para presentar una excelente calidad de sus aguas no necesariamente deben ser prístinas sino que puede existir presión humana pero esta debería ser muy baja (D.O.C.E, 2000).

Según el Índice de Hábitat fluvial (IHF) ambas quebradas durante todos los meses de estudio presentaron valores superiores a 40 lo cual las hace adecuadas para el desarrollo de una comunidad de macroinvertebrados diversa ( Pardo *et al.*, 2002), sin embargo se pudo evidenciar que los valores del índice siempre eran mayores en la quebrada Chicucha, esto debido a que la quebrada Ccollpahuaycco en el apartado “Porcentaje de sombra en el cauce” presentó un puntaje bajo, ya que al presentar mayor ancho la vegetación de ribera no era suficiente para proporcionar gran cantidad de sombra, lo cual generaría mayor insolación en la quebrada Ccollpahuaycco (Marqués *et al.*, 2001) .

Respecto a los valores del Índice de Calidad de Vegetación de Ribera Andina (QBR-And) en ambas quebradas los valores observados fueron superiores a 85 indicando vegetación ligeramente perturbada y de buena calidad (Munné *et al.*, 1998), sin embargo, se observó mayores valores de este índice en la quebrada Ccollpahuaycco, esto debido a la calidad de cubierta ya que en la quebrada Chicucha predominó como

cobertura vegetal el “eucalipto”, el cual no es autóctono de la zona mientras que la quebrada Ccollpahuaycco presentó en la mayoría de su cobertura vegetal al “aliso” el cual si es propio de la zona, por lo cual obtuvo mayor puntuación en cuanto a calidad de cubierta.

### **Caracterización hidrológica y fisicoquímica**

Las variables hidrológicas en ambas quebradas presentaron grandes cambios durante las campañas de muestreo, siendo marzo el mes en donde el ancho, profundidad, velocidad de corriente y caudal obtuvieron sus valores más altos, debido al aumento de precipitación en la zona, lo cual aumento el volumen de agua de la quebrada; también existieron diferencias entre ambas quebradas, siendo la quebrada Ccollpahuaycco la de mayor velocidad de corriente y caudal, por su condición de segundo orden y por lo tanto presentó mayor tamaño arrastrando así mayor cantidad de agua.

Respecto al pH, en ambas quebradas no se observaron cambios bruscos durante los meses de estudio y presentaron valores ligeramente alcalinos con tendencia a la neutralidad lo cual concuerda con valores obtenidos en otras quebradas altoandinas tropicales a gran altitud en Bolivia y Ecuador (Molina 2004, Jacobsen 2008). El oxígeno disuelto no mostró cambios bruscos presentando valores cercanos o mayores a 6 ppm durante todos los meses de estudio, estos valores son característicos de las quebradas altoandinas, debido a la gran turbulencia de sus aguas. La conductividad y los TDS presentaron una tendencia a la disminución durante el mes de marzo, esto debido al efecto de la dilución producto del aumento del caudal (Longo *et al.*, 2010). Respecto a la turbidez, este parámetro no fue registrado en el mes de setiembre debido a que no se contó con el equipo de medición, en general se observaron pequeños valores de turbidez, que indicarían una buena calidad de agua en ambas quebradas, a excepción de los meses de marzo y diciembre, en donde la turbidez supero los 19 NTU, este aumento de la turbidez estaría explicado por el aumento del caudal, el cual provoca



erosión en las riberas de las quebradas, aumentando así la entrada de sedimento a las quebradas (Arroyo & Encalada 2009, Guevara 2011).

Se evidenció fuertes correlaciones negativas entre la abundancia y riqueza con los parámetros abióticos ancho, profundidad, velocidad de corriente, caudal y temperatura del agua de la quebrada Chicucha y Ccollpahuaycco. Esta tendencia sería producto del aumento de precipitación en la zona ya que el arrastre originado por el aumento de las precipitaciones determina pérdida de organismos y menor riqueza, estudios realizados por Buss *et al.*, (2004) muestran como el aumento de las lluvias influye significativamente en la fauna de macroinvertebrados acuáticos en los distintos tipos de microhábitats.

### **Comunidad de macroinvertebrados acuáticos**

El orden Ephemeroptera, presentó solo 2 familias (Baetidae y Leptophlebiidae) en la quebrada Chicucha mientras que en la quebrada Ccollpahuaycco estuvieron presentes 3 familias (Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae). La familia Baetidae presentó solo al género *Andesiops* el cual fue el más abundante dentro de dicho orden, este género es típico en ríos fríos de la zona altoandina (Pérez & Segnini 2007, Miñano 2017) y fue encontrado en los microhábitats asociados a zonas de alta corriente. En menor proporción la familia Leptophlebiidae presentó al género *Meridialaris* el cual presentó su mayor abundancia en el mes de julio, estos resultados se asemejan a los reportados por Hollmann & Miserendino (2006) donde encontraron que *Meridialaris* presento abundancia significativamente más alta en el mes de temporada seca. La familia Leptohyphidae presentó al género *Leptohyphes*, género que al parecer estaría restringido a grandes altitudes, como lo reportado en el estudio de Miñano (2017), este género solo estuvo presente en la quebrada Ccollpahuaycco en el mes de temporada seca y en el microhábitat poza con alga, dichos resultados concuerdan por los reportados por Sajamí & Huamantínco (2016) donde encontraron mayor abundancia de

este género en el mes de temporada seca. Las ninfas de Ephemeroptera suelen habitar diferentes ambientes acuáticos, por lo cual suelen encontrarse en casi todos los tipos de microhábitats (Domínguez *et al.*, 2001). La presencia de estos géneros de efemerópteros en quebradas altoandinas tropicales a gran altitud, también ha sido reportado en estudios de Ecuador y Bolivia (Jacobsen 2008, Molina *et al.*, 2008, Ríos 2011) a excepción del género *Meridialaris*, el cual pertenece a la familia Leptophlebiidae y solo fue reportado a ese nivel taxonómico en Ecuador.

El orden Plecoptera fue el que menor riqueza y abundancia presentó en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco registrándose solo a la familia Gripopterygidae con el género *Claudioperla*, este género presento sus mayores valores de abundancia en los meses de setiembre y julio. Las ninfas de Plecoptera suelen estar asociadas a zonas de alta corriente bien oxigenadas (Fochetti & De Figueroa, 2008), en el presente estudio las ninfas presentaron su mayor abundancia en el microhábitat piedra mediana, el cual está expuesto a la corriente y a la turbulencia, permitiendo mayor disponibilidad del oxígeno. Las quebradas tropicales altoandinas ubicadas a gran altitud (>3000 msnm) parecen solo albergar a *Claudioperla*, como lo reportado en estudios realizados en Bolivia y Ecuador (Molina *et al.*, 2008, Ríos 2011).

El orden Trichoptera fue el segundo con mayor número de familias en ambas quebradas, la familia Leptoceridae con el género *Nectopsyche* fue el que presentó los mayores valores de abundancia y predominó en el microhábitat restos de vegetación y en el mes de setiembre, este género ya fue reportado en ambientes lóticos de alta montaña (Clemente 2017) en rocas con mucha corriente y en zonas con restos de vegetación (Posada & Roldán 2003), la mayor abundancia de este género en la quebrada Ccollpahuaycco estaría explicada por la preferencia de restos vegetales que proceden de la vegetación autóctona en la zona, mientras que en la quebrada Chicucha los restos de vegetación pertenecían en su mayoría a plantas introducidas (eucalipto) que tienen un proceso de descomposición lento en comparación con el aliso (Abelho & Graça,

1996). La familia Hidroptilidae fue el segundo grupo con mayor abundancia en ambas quebradas, dicha familia solo presentó al género *Metrichia*, el cuál fue más abundante en la quebrada Ccollpahuaycco y en el microhábitat roca con musgo, esta preferencia por los microhábitats con musgo del género *Metrichia* fue reportado por Ortiz (2012) en estudios en Perú (Lima, Huarochiri), donde encontró gran cantidad de individuos del género *Metrichia* en este tipo de microhábitat, igualmente el género *Metrichia* también puede encontrarse a grandes altitudes como lo reportado por Clemente (2017). La familia Hydrobiosidae presentó solo al género *Cailloma* el cual presenta amplia distribución y habitan grandes altitudes como se vio en estudios en Argentina y Perú (Miserendino 1999, Acosta 2009), este género presentó su mayor abundancia en el mes de setiembre en ambas quebradas y en los microhábitats piedra mediana, roca y restos de vegetación, este género ya fue reportado en Perú en años anteriores (Huamantínco y Ortiz 2010). La familia Polycentropodidae presentó al género *Polycentropus* en ambas quebradas solo en el mes de julio, sin embargo se observó una mayor abundancia en la quebrada Ccollpahuaycco en los microhábitats piedra mediana y roca con musgo, esto coincide con los microhábitats donde se encontró mayor abundancia y riqueza de macroinvertebrados, lo cual favorecería la interacción depredador-presa en las quebradas (Hildrew & Townsend 1977).

El orden Coleóptera presentó su mayor abundancia en los microhábitats grava, piedra mediana y roca en ambas quebradas, este orden presentó a las familias Elmidae y Scirtidae en la quebrada Chicucha mientras que en la quebrada Ccollpahuaycco solo estuvo presente la familia Elmidae, con el género *Austrelmis* el cual ha sido reportado por Huanachin & Huamantínco (2018) como el único género de Elmidae y en gran abundancia que habita por encima de los 3000 msnm en estudios realizados en el Cusco. La familia Scirtidae estuvo representada por el género *Prionocyphon* y presentó su mayor abundancia en el microhábitat poza, en esta familia los adultos son terrestres y solo las larvas son acuáticas (Gomez *et al.*, 2012).

El orden Diptera estuvo presente en ambas quebradas y fue el más abundante y diverso en todos los microhábitats y durante todos los meses de estudio, estos resultados concuerdan con los reportados por Acosta (2009), donde encontró al orden Diptera como el más diverso y abundante en la cuenca alta del río cañete. La familia Chironomidae fue la más abundante y diversa, estos organismos son por lo general los macroinvertebrados acuáticos más abundantes y diversos, suelen encontrarse en la mayoría de hábitats de agua dulce (Ferrington 2008), aunque también se les puede encontrar en aguas salobres (Helson *et al.*, 2006); los altos valores de abundancia de esta familia estarían relacionados con su rápida tasa reproductiva (Segnini 2003), algunos miembros de esta familia también presentan la capacidad de tolerar bajas condiciones de oxígeno, pudiendo soportar condiciones de anoxia (Paggi 2001). La predominancia de *Cricotopus* sobre otros Chironomidae ya ha sido reportada en ríos altoandinos (Scheibler *et al.*, 2014).

Respecto a los macroinvertebrados acuáticos no-insectos sus valores de abundancia y riqueza fueron menores en comparación a los insectos durante todos los meses de estudio y en todos los microhábitats, sin embargo su abundancia representó hasta el 17% de la abundancia total, estos resultados se asemejan a lo encontrados en ríos tropicales a gran altitud de Ecuador, en donde se reportó a los no-insecta constituyendo el 18% de la abundancia total, siendo los más abundantes Turbellaria, Oligochaeta y Amphipoda (Jacobsen 2008), sin embargo en el presente estudio no fue registrada la presencia del orden Amphipoda y los no-insecta estuvieron representados por la subclase Oligochaeta y Acari, quienes presentaron los mayores valores de abundancia y estuvieron en todos los meses de estudio, los ácaros acuáticos son conocidos por su ubicuidad, se encuentran en casi todos los ambientes acuáticos y presentan altos valores de abundancia (Cómbita 2013), respecto a los oligoquetos Encalada *et al.*, (2011) mencionan a este grupo como tolerantes a bajos niveles de oxígeno, por lo que pueden sobrevivir a condiciones adversas.

Collembola (orden Poduromorpha) presentó bajos valores de abundancia durante todos los meses de estudio, estos organismos son considerados semiacuáticos y con especies acuáticas, suelen habitar en la hojarasca y la vegetación de ribera, estos organismos pueden ser llevados por acción del viento hacia las quebradas (Hanson *et al.*, 2010 y Merrit *et al.*, 2008), lo cual explicaría sus bajos valores de abundancia.

La clase Turbellaria fue la que menor abundancia presentó durante todos los meses de estudio, y estuvieron presentes en mayor cantidad en los microhábitats piedra mediana y roca lo cual concuerda con los estudios de Roldan (1996), quien menciona que estos organismos están asociados a zonas rocosas y de buena oxigenación

El análisis SIMPER mostró a los dípteros *Cricotopus* y *Tanytarsus* como los que más influyen en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos a nivel espacial y temporal, esto debido a que presentaron altos valores de abundancia y estuvieron presentes en todos los microhábitats y durante todas las campañas de muestreo en las quebradas Chicucha y Ccollpahuaycco. Acosta (2009) en estudios realizados en la cuenca del río Cañete menciona a *Cricotopus* y *Tanytarsus* como los géneros más frecuentes en los Andes, encontrándose a *Cricotopus* en un amplio gradiente altitudinal (2500-4400 msnm) y a *Tanytarsus* con preferencia por las zonas bajas de la cuenca, esta preferencia de *Tanytarsus* por bajas altitudes, difieren de los del presente estudio, ya que se encontró a *Tanytarsus* en gran abundancia en ambas quebradas, las cuales están ubicadas por encima de los 3000 msnm.

### **Distribución espacial y temporal**

Las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia, diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou en ambas quebradas encontraron diferencias significativas entre los microhábitats durante los meses de estudio, sin embargo el análisis de similitud (ANOSIM) en la quebrada Chicucha no encontró diferencias significativas a nivel espacial, pero si a nivel temporal, en la quebrada Ccollpahuaycco ocurrió lo contrario, ya que se encontraron diferencias significativas a nivel espacial y temporal. El análisis de ordenación nMDS en ambas quebradas mostró una tendencia a la agrupación de las muestras por campaña de muestreo, destacando el factor temporal como el más importante en determinar la estructura de la comunidad, sin embargo en estudios realizados en Junín-Perú muestran que el factor espacial (microhábitats) sería más importante que el factor temporal (Sajamí & Huamantínco 2016), esta diferencia estaría explicada por el gran incremento del caudal que se dio en el transcurso de los meses de diciembre a marzo, lo cual explicaría por qué el factor temporal en este estudio sería más relevante que el factor espacial.

Se observó que en la quebrada Chicucha los mayores valores de abundancia los presentaron los microhábitats piedra mediana seguido de restos de vegetación y roca, los cuales están asociados a zonas de alta corriente, esta tendencia ya ha sido descrita por otros autores (Buffagni & Comin 2000), sin embargo estos valores de abundancia difieren con los de la quebrada Ccollpahuaycco, donde se registró mayor abundancia en microhábitat poza con alga seguido de roca con musgo y restos de vegetación, estos valores estarían explicados por la presencia de algas y musgo en los microhábitats poza y roca de la quebrada Ccollpahuaycco ya que son sustratos que son fuente de alimento y que a su vez acumulan detrito, los cuales son consumidos por los macroinvertebrados acuáticos (Brusven *et al.*, 1990), algo similar ocurriría con los restos de vegetación ya que sirven como alimento y protección para la comunidad, lo cual explicaría también su preferencia (Baptista 2001). Respecto a la riqueza específica se observó que en la quebrada Chicucha la riqueza fue mayor en los microhábitats piedra

mediana, roca, restos de vegetación y grava, mientras que la menor riqueza específica se presentó en el microhábitat poza; en la quebrada Ccollpahuaycco la mayor riqueza específica se observó en los microhábitats restos de vegetación y piedra mediana.

A nivel temporal se observó que en la quebrada Chicucha la mayor abundancia la presentó el mes de setiembre, mientras que en la quebrada Ccollpahuaycco la mayor abundancia se registró en el mes de julio, sin embargo ambos coincidieron en que marzo es el mes con menor abundancia, esto debido a que durante ese mes se da el mayor aumento de velocidad de corriente y caudal, arrastrando así a los macroinvertebrados acuáticos. A pesar de la mayor abundancia registrada en el microhábitat poza, la mayor riqueza específica entre quebradas fue registrada en el microhábitat restos de vegetación en la quebrada Ccollpahuaycco.

A lo largo del año se evidenció la preferencia por los microhábitats roca, poza y restos de vegetación de la quebrada Ccollpahuaycco sobre los pertenecientes a la quebrada Chicucha, esto estaría explicado por la presencia de musgo y algas en los microhábitats roca y poza respectivamente, respecto a los restos de vegetación la preferencia de los restos de vegetación de la quebrada Ccollpahuaycco estaría explicada debido a que los restos de vegetación provienen de una planta autóctona (aliso), lo cual no sucede en la quebrada Chicucha ya que en esa quebrada fue predominante el eucalipto, esta tendencia ya es conocida, ya que otros autores (Abelho y Graca 1996) reportan baja diversidad en sustratos de hojas pertenecientes al eucalipto.

## **Gremios tróficos**

Respecto a los gremios tróficos, estos se obtuvieron a nivel de género, estos resultados presentan gran importancia ya que en nuestro país estudios relacionados con estos temas son escasos.

En general, se observó que la mayoría de insectos acuáticos se alimentan de Materia Orgánica Particulada Fina (MOPF), por lo cual fue predominante el grupo trófico detritívoro, el cual fue frecuente en la mayoría de microhábitats estudiados, estos resultados concuerdan con los reportados por Guzmán & Turizo (2014) quienes estudiaron los gremios tróficos presentes en ríos tropicales de Colombia, al igual que el presente estudio también encontraron a la MOPF como el ítem alimenticio más frecuente en los intestinos analizados.

De todos los géneros estudiados fue *Meridialaris* (Ephemeroptera) el único que se alimentó casi exclusivamente de microalgas, sin embargo, Bello & Cabrera (2001) en estudios realizados en la familia Leptoplebiidae encontraron que en su mayoría ellos se alimentaban de detrito principalmente, esto estaría explicado por la disponibilidad del recurso alimenticio (Bello 1991). Por otro lado, *Andesiops* sp., que pertenece al mismo orden, pero a diferente familia se alimentó en mayor proporción de MOPF, seguido de microalgas, siendo catalogado como detritívoro, esto coincide con lo reportado por Tomanova *et al.*, (2006) en estudios realizados en ríos altoandinos de Bolivia, en donde encontraron a la MOPF como uno de los ítems alimenticios más frecuentes.

De los Trichoptera, *Polycentropus* sp. fue el género analizado y al igual que los estudios de Cummins (1973) se encontró a los restos animales como su principal ítem alimenticio, catalogándosele como depredador.

Dentro del orden Coleoptera se estudió al género *Austrelmis*, el cual presentó gran porcentaje del ítem alimenticio MOPF dentro del tracto digestivo, los hábitos alimenticios de este género aún no han sido estudiados en nuestra región, sin embargo Tomanova *et al.*, (2006) estudiaron otros géneros pertenecientes a la misma familia encontrando



en su mayoría al ítem alimenticio MOPF como el favorito de esta familia. El género *Prionocyphon* presentó mayor porcentaje de restos animales como ítem alimenticio, siendo catalogado como depredador, sobre este género en Sudamérica no se tiene conocimiento sobre sus hábitos alimenticios, sin embargo si se tiene conocimiento sobre el género *Scirtes* el cual pertenece a la misma familia y se alimenta de materia orgánica y material vegetal (Rivera *et al.*, 2013).

Respecto al orden Diptera, se analizaron las familias Empididae, Simuliidae, Tipulidae, Tabanidae y Chironomidae. *Neoplasta* sp. (Empididae) y *Tabanus* (Tabanidae) se alimentaron principalmente de MOPF perteneciendo al grupo trófico detritívoro, sobre los hábitos alimenticios de estos géneros no se cuenta con información en Sudamérica, sin embargo, estudios en Norteamérica clasifican a las familias Empididae y Tabanidae como depredadores (Merritt *et al.*, 2008). Los géneros *Simulium* sp. y *Gigantodax* sp. pertenecen a la misma familia (Simuliidae), sin embargo, presentaron gremios tróficos distintos, siendo el género *Simulium* catalogado como herbívoro, mientras que *Gigantodax* perteneció al grupo trófico detritívoro. El género *Tipula* (Tipulidae) fue el único que presentó al ítem alimenticio tejido vegetal, siendo catalogado como herbívoro, el cual coincide con estudios anteriores en donde se encontró al tejido vegetal como su principal fuente de alimento (Tomanova & Helesic 2006).

Respecto a Chironomidae, estudios en ríos del neotrópico, muestran a esta familia como principal consumidor de MOPF (Tomanova & Helesic 2006), sin embargo, esto es solo a nivel de familia, en el presente estudio se pudo evaluar a 6 géneros, siendo *Alotanypus*, *Cricotopus*, *Tanytarsus*, *Parochlus* y *Paraheptagyia* catalogados como detritívoros, sin embargo *Tanytarsus* también fue catalogado como herbívoro debido a que en la quebrada Ccollpahuaycco consumió principalmente microalgas, *Pentaneura* a diferencia de los demás quironómidos fue catalogado como depredador. Estos resultados para géneros de Chironomidae serían los primeros aportes al conocimiento de gremios tróficos de Chironomidae para el Perú.

La gran proporción de los detritívoros estaría explicada por la alta disponibilidad del detrito en ambas quebradas, esto beneficiaría a los macroinvertebrados ya que al existir gran disponibilidad de este sustrato se presentaría menos competencia, Lamouroux *et al.*, (2004) mencionan que en estos ecosistemas acuáticos existiría predominancia de organismos con estrategia de colector recolector, donde como se conoce por estudios previos, los organismos aprovechan el detrito depositado en el lecho, esta forma de alimentación les permitiría evitar las corrientes rápidas impidiendo así su arrastre.

## 7. CONCLUSIONES

- La comunidad de macroinvertebrados acuáticos en las quebradas estudiadas es dominada por la clase Insecta, siendo los dípteros los que presentaron mayor abundancia y diversidad, así mismo los géneros *Cricotopus* y *Tanytarsus* fueron

los que tuvieron mayor influencia sobre la estructura de la comunidad a nivel espacial y temporal en ambas quebradas.

- En ambas quebradas los macroinvertebrados acuáticos mostraron preferencia por los microhábitats asociados a zonas de rápidos, como piedra mediana, roca y restos de vegetación, mientras que a nivel temporal se encontró a setiembre y julio como los meses de mayor estabilidad para las quebradas Chicucha (3616 msnm) y Ccollpahuaycco (3194 msnm, ya que fueron los meses con mayor riqueza y abundancia.
- El gremio trófico que predominó en ambas quebradas para los géneros más representativos durante el mes de julio fue el detritívoro, lo cual resalta la importancia de la materia orgánica particulada fina (MOPF) como principal fuente de alimento en las quebradas estudiadas.

## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Acosta R. (2009). Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización

hidroquímica de sus cabeceras cársticas. Asesor: Narcís Prat i Fornells. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.

Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 035-64.

Abelho, M. & Graça, M. A. S. (1996). Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. *Hydrobiologia*, 324(3), 195-204.

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In *IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA)*. Almería (Vol. 2, pp. 203-213).

ANA. (2015). Plan Nacional de Recursos Hídricos. Lima

Anderson, E., Encalada, A., Maldonado-Ocampo, J., McClain, M., Ortega, H., & Wilcox, B. P. (2011). Caudales Ambientales: un Concepto para el Manejo de los Efectos de las Alteraciones Fluviales y el Cambio Climático en los Andes.

Arroyo, C. & Encalada, A. C. (2009). Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 1(1).

Balian, E., Segers, H., Lévêque, C., & Martens, K. (2008). The freshwater animal diversity assessment: an overview of the results. *Hydrobiologia*, 595(1), 627-637.

Baptista, D., Buss, D., Dorvillé, L., & Nessimian, J. L. (2001). Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2), 249-258.

Bello, C. (1991). Análisis de la comunidad de insectos acuáticos del Caño Paso del Diablo (Guasare-Edo. Zulia) con especial referencia a los Ephemeroptera y Trichoptera. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 84 p.

Bello, C., Luis, C., Cabrera, F., & Isabel, M. (2001). Alimentación ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) en el Caño Paso del Diablo, Venezuela. *Revista de biología tropical*, 49(3-4), 999-1003.

Boyero, L.; Bosch, J. (2004). The effect of riffle-scale environmental variability on macroinvertebrate assemblages in a tropical stream. *Hydrobiologia* 524: 125-132.

Brown, Arthur V.; Brussock, Peter P. (1991). Comparisons of benthic invertebrates between riffles and pools. *Hydrobiologia*, vol. 220, no 2, p. 99-108.

Brusven, M. A., Meehan, W. R., & Biggam, R. C. (1990). The role of aquatic moss on community composition and drift of fish-food organisms. *Hydrobiologia*, 196(1), 39-50.

Buffagni, A & E Comin. (2000). Secondary production of benthic communities at the habitat scale as a tool to assess ecological integrity in mountain stream. *Hydrobiologia* 422:183-195.

Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L., & Egler, M. (2004). Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 518(1-3), 179-188.

CBD. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Naciones Unidas, 30.

Chocano, L. (2005). Las zonas altoandinas peruanas y su ictiofauna endémica. *Artículos*.

Cómbita Heredia, J. O. (2013). *Acaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).

Cummins, K. W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. *Annual review of entomology*, 18(1), 183-206.

D.O.C.E. (2000). *Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.

Domínguez, E., Hurbbard, M., Pescador, M. y Molineri, C. (2001). Capítulo 1 Ephemeroptera. pp.17-15. En: Fernández, H.R. & Domínguez, E. (eds.). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Tucumán, Argentina. 282 pp.

Encalada, A., & Rieradevall, M. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERAS)*. Quito, USFQ, UB, AECID, FONAG.

Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, (39), 24-29.

Ferrington L. (2008). Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. *Hydrobiología*, 595: 447-455.

Fochetti, R., & Tierno de Figueroa, J. M. (2008). Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 365-377.

Francou, B., Ramirez, E., Cáceres, B., & Mendoza, J. (2000). Glacier evolution in the tropical Andes during the last decades of the 20th century: Chacaltaya, Bolivia, and Antizana, Ecuador. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 29(7), 416-422.

García-Alzate, C. A., Román-Valencia, C., González, M. I., & Barrero, A. M. (2010). Composición y variación temporal de la comunidad de insectos acuáticos (Insecta) en la quebrada Sardineros, afluente Río Verde, Alto Cauca, Colombia. *Revista de Investigaciones de la Universidad de Quindío*, 21, 21-28.

García Ríos, R. F. (2016). Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca alta del Río Chillón (Lima, Perú) y su uso como indicadores biológicos.

Gomez Lutz, M. C., Fernández, L. A., & Kehr, A. I. (2012). Coleópteros acuáticos de lagunas situadas en el noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71(1-2), 73-85.

Guevara Mora, M. (2011). Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 635-654.

Guevara, G; Jara, C., Mercado, M & Elliott, S. (2006). Comparación del macrozoobentos presente en arroyos con diferente tipo de vegetación ribereña en la Reserva Costera Valdiviana, Sur de Chile. *Asociación Colombiana de Limnología 'Neolimnos'*, 1, 98-105.

Guzmán-Soto, C. J., & Tamarís-Turizo, C. E. (2014). Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical*, 62, 169-178.

Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (2014). Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. *Embrapa Meio-Norte-Livros científicos (ALICE)*, 39-49.

Helson JE, Williams DD y Turner D. (2006). Larval chironomid community organization in four tropical rivers: human impacts and longitudinal zonation. *Hydrobiologia*, 559: 413-431.

Hildrew, A. G., & Townsend, C. R. (1977). The influence of substrate on the functional response of *Plectrocnemia conspersa* (Curtis) larvae (Trichoptera: Polycentropodidae). *Oecologia*, 31(1), 21-26.

Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.

Hollmann, M., & Miserendino, M. L. (2006). Habitat preference and life history of the mayflies *Metamonius anceps* Eaton (Nesameletidae) and *Meridialaris chiloeensis* Demoulin (Leptophlebiidae) in a Patagonian mountain stream. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 42, No. 4, pp. 233-240). EDP Sciences.

Huamantínco, A. & Ortiz, W. (2010). Clave de géneros de larvas de Trichoptera (Insecta) de la Vertiente Occidental de los Andes, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*. Vol. 17(1): 075 – 080.

Huanachin A. (2016). Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (insecta: coleóptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú.

Huanachin, A. & Huamantínco, A. (2018). Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (Insecta: Coleoptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 131-140.

Hudson, N. W. (1997). *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía* (Vol. 68). Food & Agriculture Org. 57-81

Jacobsen, D., Schultz, R., & Encalada, A. (1997). Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology*, 38(2), 247-261.

Jacobsen, D. (2008). Tropical high-altitude streams. In *Tropical stream ecology*, 219-256.



Jacobsen, D., & Marín, R. (2008). Bolivian Altiplano streams with low richness of macroinvertebrates and large diel fluctuations in temperature and dissolved oxygen. *Aquatic Ecology*, 42(4), 643-656.

Lamouroux, N., S. Dolédec & S. Gayraud, (2004). Biological traits of stream macroinvertebrate communities: effects of microhabitat, reach, and basin filters. *Journal of the North American Benthological Society* 23: 449–466.

Longo, M., Zarnora, H., Guisande, C., & Ramírez, J. J. (2010). Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia) respuesta a los cambios estacionales de caudal. *limnetica*, 29(2), 0195-210.

Marqués, M. J., Martínez-Conde, E., & Rovira, J. V. (2001). Los macroinvertebrados como índices de evaluación rápida de ecosistemas acuáticos contaminados por metales pesados. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*, 4(1), 25-31.

Merrit, R.W., Cummins, K. & Berg, M. (2008). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Fourth Edition. Kendall/Hunt. Co. 1218pp.

Meza, A; Rubio, J., Dias, L., & Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443-456.

Miñano Lecaros, J. (2017). Composición y estructura de la comunidad de Ephemeroptera (Insecta) en quebradas de baja y de gran altitud, Cusco-Perú.

Miserendino, M. L. (1999). Distribución altitudinal de especies de Trichoptera en un sistema fluvial en Patagonia. *Ecología Austral*, 9, 28-34.

Molina, C. (2004). Estudios de los rasgos biológicos y ecológicos en poblaciones de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (clase Insecta), en un río al pie del

glaciar Mururata. *Unpublished BSc thesis, Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.*

Molina, C. I., Gibon, F. M., Pinto, J., & Rosales, C. (2008). Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología aplicada*, 7(1-2), 105-116.

Munné, A., C. Solá & N. Prat. 1998a. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.

Ortiz, W.L. (2012). Distribución Espacio-Temporal de la comunidad de Trichoptera (Insecta) en tributarios de pequeño orden del río Rímac, Huarochiri, Lima. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Paggi A. (2001). Diptera: Chironomidae, p. 167- 193. En: Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Fernández H. R. & E. Domínguez (Eds.). Editorial Universitaria de Tucumán, Serie: Investigaciones de la UNT, Tucumán, Argentina.

Pardo, I., M.Álvarez, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez-Cuellar, G. Moya, N. Prat, N. Robles, M. Toro, & M. R. Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4): 115-134.

Pazmiño Vázquez, N. S. (2016). *Caracterización físico química, biológica e hidromorfológica del río Itambi como afluente el lago San Pablo (Imbabura-Ecuador)* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016.).

Pérez, B., & Segnini, S. (2007). Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Ephemeroptera (Insecta) en un río tropical altiandino. *Entomotropica*, 20(1), 49-57.

Posada, J. & G. Roldán. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. *Caldasia* 25: 169-192.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, San Miguel de Tucumán, Argentina 631-654.

Ramírez, C. & C. San Martín. (2006). Ecosistemas dulceacuícolas. *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Ocho Libros Editores, Santiago, Chile*, 112-124.

Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, 62, 155-167.

Ríos-Touma, B., Encalada, A. C., & Prat Fornells, N. (2011). Macroinvertebrate Assemblages of an Andean High-Altitude Tropical Stream: The Importance of Season and Flow. *International review of hydrobiology*, 96(6), 667-685.

Rivera Usme, J. J., Pinilla Agudelo, G. & CAMACHO PINZÓN, D. L. (2013). Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2).

R. M. No. 025-2008-MINAM. Diagnóstico Ambiental del Perú. Lima

Rodríguez, J., Ospina, R., & Turizo, R. (2011). Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1537-1552.

Roldán Pérez, G.A. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencia*, 23(88), 375-387.

Roldán, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col (No. 333.91 R744b). Medellín, CO: Edit. Universidad de Antioquia.

Roldán G. & J. Ramirez. (1992). Fundamentos de limnología neotropical, Primera edición. Universidad de Antioquia, Medellín, 77-96.

Rosenberg, D. & Resh, V. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall.

Roy, A.; Rosemond, A.; Leigh, D.; Paul M.; Wallace, B. (2003). Habitat-specific responses of stream insects to land cover disturbance: biological consequences and monitoring implications. *Journal North American Benthological Society* 22: 292-307.

Sabater, S.; Donato, J.; Giorgi, A.; Elosegi, A. (2009). El río como ecosistema. En: Elosegi, A.; Sabater, S. (eds). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Ed. Fundación BBVA. (España). p.23-37.

Sajamí, R., Isabel, J., & Huamantínco Araujo, A. A. (2016). Distribución espacial de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (Insecta) en una quebrada de primer orden, bosque montano, Junín, Perú. *Revista peruana de biología*, 23(2), 95-102.

Scheibler, E. E., Roig-Juñent, S. A., & Claps, M. C. (2014). Chironomid (Insecta: Diptera) assemblages along an Andean altitudinal gradient. *Aquatic Biology*, 20(2), 169-184.

Segnini S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotrópicos*, 16 (2): 45-63.

Terneus, E., Racines, M. J., & Hernández, K. (2012). Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza–Ecuador. *Revista de Ciencias*, 16, 31-45.

Tomanova, S., Goitia, E., & Helešic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556(1), 251-264.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137.

Villamarín, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Latin american journal of aquatic research*, 42(5), 1072-1086.

Wentworth, C. K. (1922). "A scale of grade and class terms for clastic sediments", J. Geology V. 30, 377-392.

Zegarra, E., Orihuela, J. C., & Paredes, M. (2007). ¿Minería y economía de los hogares en la sierra peruana: impactos y espacios de conflicto (Documento de Trabajo, 51). Lima: GRADE Group for the Analysis of Development.

## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Protocolo de condiciones de referencia en ríos andinos. Puntajes para Chicucha (h) y Ccollpahuaycco (c).

## CONDICIONES DE REFERENCIA EN RIOS ANDINOS



| Apartado  | Poco  | Medio | Mucho |
|---|-------|-------|-------|
| <b>CUENCA</b>   |       |       |       |
| 1.1 Cobertura de especies introducidas (Eucaliptos y Pinos especialmente)   | c 5   | h 3   | 1     |
| 1.2 Porcentaje de cobertura en pastos artificiales                          | h 5 c | 3     | 1     |
| 1.3 Porcentaje de cobertura en usos urbanos                                 | h 5   | 3 c   | 1     |
| 1.4 Ausencia de vegetación autóctona  | 5     | h 3 c | 1     |
| 1.5 Explotaciones mineras   | h 5 c | 3     | 1     |
| 1.6 Explotaciones ganaderas intensivas (intensivas)                         | h 5 c | 3     | 1     |
| <b>HIDROLOGÍA</b>   |       |       |       |
| 2.1 Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar                      | h 5   | 3 c   | 1     |
| 2.2 Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes < 10m                  | h 5 c | 3     | 1     |
| 2.3 Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas                         | h 5 c | 3     | 1     |
| 2.4 Derivaciones para usos en agricultura y ganadería                       | 5     | h 3 c | 1     |
| 2.5 Derivaciones para uso en minería  | h 5 c | 3     | 1     |
| 2.6 Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)           | h 5 c | 3     | 1     |
| <b>TRAMO (Incluye ribera y zona inundación)</b>                             |       |       |       |
| 3.1 Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...)  | h 5 c | 3     | 1     |
| 3.2 Canalización del río por terraplenes                                    | h 5 c | 3     | 1     |
| 3.3 Presencia de cultivos i/ovacas y pasto en la llanura de inundación      | h 5 c | 3     | 1     |
| 3.4 Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...)              | h 5 c | 3     | 1     |
| 3.5 Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos)             | h 5 c | 3     | 1     |
| 3.6 % Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos)       | 5     | h 3 c | 1     |
| <b>LECHO</b>  |       |       |       |
| 4.1 Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera....)  | h 5 c | 3     | 1     |
| 4.2 Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)                     | h 5 c | 3     | 1     |
| 4.3 Presencia de efluentes directos al río                                  | h 5 c | 3     | 1     |
| 4.4 Contaminación orgánica evidente   | h 5 c | 3     | 1     |
| 4.5 Contaminación minera evidente   | h 5 c | 3     | 1     |
| 4.6 Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho) | h 5 c | 3     | 1     |

El valor máximo del índice es de 120, el mínimo de 24. total **112** **110**

Se considera que valores superiores a 100 son necesarios para poder considerar un punto como de referencia.

De todas formas un punto de referencia debe obtener como mínimo 20 puntos en cada apartado.

**Anexo 2.** Índice de Hábitat fluvial (IHF). Puntajes para Chicucha (**h**) y Ccollpahuaycco (**c**).

| Bloques  |   |                   | Puntuación |    |   |
|--|---|-------------------|------------|----|---|
| 1. Inclusión rápidos   |   |                   |            |    |   |
| Rápidos  | Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.                        | 10                | h          | c  |   |
|  | Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.                     | 5                 |            |    |   |
|  | Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.                | 0                 |            |    |   |
| TOTAL (una categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 2. Frecuencia de rápidos   |   |                   |            |    |   |
|  | Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7                  | 10                | h          | c  |   |
|  | Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15             | 8                 |            |    |   |
|  | Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25         | 6                 |            |    |   |
|  | Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25 | 4                 |            |    |   |
|  | Sólo pozas  | 2                 |            |    |   |
| TOTAL (una categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)            |   |                   |            |    |   |
|  | % Bloques y piedras   | 1 - 10%           | 2          | h  | c |
|  |   | > 10%             | 5          |    |   |
|  | % Cantos y gravas   | 1 - 10%           | 2          |    |   |
|  |   | > 10%             | 5          | h  | c |
|  | % Arena   | 1 - 10%           | 2          | h  | c |
|  |   | > 10%             | 5          |    |   |
|  | % Limo y arcilla  | 1 - 10%           | 2          |    |   |
|  |   | > 10%             | 5          |    |   |
| TOTAL (sumar categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 4. Regímenes de velocidad / profundidad  |   |                   |            |    |   |
|  | somero: < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.        | 10                | h          | c  |   |
|  | lento: < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías   | 8                 |            |    |   |
|  | Sólo 2 de las 4   | 6                 |            |    |   |
|  | Sólo 1 de las cuatro  | 4                 |            |    |   |
| TOTAL (una categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 5. Porcentaje de sombra en el cauce  |   |                   |            |    |   |
|  | Sombreado con ventanas  | 10                | h          |    |   |
|  | Totalmente en sombra  | 7                 |            |    |   |
|  | Grandes claros  | 5                 |            | c  |   |
|  | Expuesto  | 3                 |            |    |   |
| TOTAL (una categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)                        |   |                   |            |    |   |
|  | Hojarasca   | > 10% ó < 75%     | 4          |    |   |
|  |   | < 10% ó > 75%     | 2          |    |   |
|  | Presencia de troncos y ramas  |                   | 2          | h  | c |
|  | Raíces expuestas  |                   | 2          |    |   |
|  | Diques naturales  |                   | 2          |    |   |
| TOTAL (una categoría)  |   |                   |            |    |   |
| 7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado) |   |                   |            |    |   |
|  | % Plocon + briófitos  | 10 - 50%          | 10         |    |   |
|  |   | < 10% ó > 50%     | 5          | h  | c |
|  |   | Ausencia absoluta | 0          |    |   |
|  | % Pecton  | 10 - 50%          | 10         |    |   |
|  |   | < 10% ó > 50%     | 5          | h  | c |
|  |   | Ausencia absoluta | 0          |    |   |
|  | % Fanerógamas   | 10 - 50%          | 10         | h  | c |
|  |   | < 10% ó > 50%     | 5          |    |   |
|  |   | Ausencia absoluta | 0          |    |   |
| TOTAL (sumar categorías)   |   |                   | 71         | 66 |   |
| PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)   |   |                   |            |    |   |

**Anexo 3.** Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR –And).Puntajes para Chicucha (h) y Ccollpahuaycco (c).



**ÍNDICE QBR-And**  
Calidad de la ribera para  
Comunidades arbóreas  
Protocolo CERA

|  |   |                     |       |
|--|---|---------------------|-------|
| La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos |   | Estación            |       |
|  |   | Observador          |       |
|  |   | Fecha               |       |
| Grado de cubierta de la zona de ribera   |   | Puntuación bloque 1 |       |
| Puntuación   |   |                     |       |
| 25   | > 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)  |                     | h     |
| 10   | 50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera  |                     | c     |
| 5  | 10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera  |                     |       |
| 0  | < 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera   |                     |       |
| + 10   | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total  |                     |       |
| + 5  | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%  |                     | h c   |
| - 5  | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%  |                     |       |
| -10  | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%  |                     |       |
| Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)                          |   | Puntuación bloque 2 |       |
| Puntuación   |   |                     |       |
| 25   | recubrimiento de árboles superior al 75 %   |                     |       |
| 10   | recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 % |                     | h     |
| 5  | recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %  |                     | c     |
| 0  | sin árboles y arbustos por debajo del 10 %  |                     |       |
| + 10   | si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %  |                     | c     |
| + 5  | si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %   |                     | h     |
| + 5  | si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.   |                     |       |
| - 5  | si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %  |                     |       |
| - 5  | si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad  |                     |       |
| -10  | si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %  |                     |       |
| Calidad de la cubierta   |   | Puntuación bloque 3 |       |
| Puntuación   |   |                     |       |
| 25   | Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos   |                     | c     |
| 10   | Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas   |                     |       |
| 5  | 26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas   |                     | h     |
| 0  | Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas   |                     |       |
| + 10   | >75% des los arbustos son de especies autóctonas.   |                     | c     |
| + 5  | 51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas   |                     | h     |
| - 5  | 26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas   |                     |       |
| -10  | Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas  |                     |       |
| Grado de naturalidad del canal fluvial   |   | Puntuación bloque 4 |       |
| Puntuación   |   |                     |       |
| 25   | el canal del río no ha estado modificado  |                     | h c   |
| 10   | modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal  |                     |       |
| 5  | signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río   |                     |       |
| 0  | río canalizado en la totalidad del tramo  |                     |       |
| - 10   | si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río   |                     |       |
| - 10   | si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río   |                     |       |
| -5   | si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes   |                     |       |
| -10  | si hay un basurero permanente en el tramo estudiado   |                     |       |
| Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)                                     |   |                     | 85 90 |

**Anexo 4.** Distribución espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Chicucha.

\*Categoría taxonómica clase, \*\* Categoría taxonómica subclase, Nd: No determinado



| ORDEN/familia        | Género                   | Grava | Piedra mediana | Roca | Poza | Restos de vegetación |
|----------------------|--------------------------|-------|----------------|------|------|----------------------|
| <b>EPHEMEROPTERA</b> |                          |       |                |      |      |                      |
| Baetidae             | <i>Andesiops</i> sp.     | 12    | 230            | 48   | 5    | 7                    |
| Leptoptelebiidae     | <i>Meridialaris</i> sp.  | 23    | 20             | 6    | 0    | 3                    |
| <b>PLECOPTERA</b>    |                          |       |                |      |      |                      |
| Gripopterygidae      | <i>Claudioperla</i> sp.  | 4     | 32             | 5    | 0    | 2                    |
| <b>TRICHOPTERA</b>   |                          |       |                |      |      |                      |
| Hydroptilidae        | <i>Metrichia</i> sp.     | 3     | 5              | 16   | 0    | 1                    |
| Hydrobiosidae        | <i>Cailloma</i> sp.      | 1     | 14             | 13   | 0    | 2                    |
| Leptoceridae         | <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1     | 4              | 2    | 0    | 3                    |
| Polycentropodidae    | <i>Polycentropus</i> sp. | 0     | 0              | 0    | 4    | 0                    |
| <b>COLEOPTERA</b>    |                          |       |                |      |      |                      |
| Elmidae              | <i>Austrelmis</i> sp.    | 54    | 27             | 21   | 20   | 15                   |
| Scirtidae            | <i>Prionocyphon</i> sp.  | 1     | 1              | 1    | 8    | 4                    |
| <b>DIPTERA</b>       |                          |       |                |      |      |                      |
| Empididae            | <i>Neoplasta</i> sp.     | 15    | 27             | 8    | 15   | 57                   |
| Ceratopogonidae      | <i>Bezzia</i> sp.        | 5     | 3              | 1    | 3    | 4                    |
| Simuliidae           | <i>Gigantodax</i> sp.    | 0     | 3              | 0    | 0    | 6                    |
|                      | <i>Simulium</i> sp.      | 0     | 42             | 16   | 2    | 4                    |
| Tipulidae            | <i>Tipula</i> sp.        | 13    | 15             | 6    | 6    | 59                   |
|                      | <i>Hexatoma</i> sp.      | 40    | 4              | 2    | 16   | 8                    |
| Tabanidae            | <i>Tabanus</i> sp.       | 0     | 6              | 11   | 0    | 2                    |
| Chironomidae         | <i>Alotanypus</i> sp.    | 57    | 47             | 49   | 288  | 55                   |
|                      | <i>Pentaneura</i> sp.    | 42    | 11             | 9    | 55   | 3                    |
|                      | <i>Coriynoneura</i> sp.  | 82    | 317            | 147  | 120  | 225                  |
|                      | <i>Cricotopus</i> sp.    | 313   | 825            | 554  | 99   | 1104                 |
|                      | <i>Tanytarsus</i> sp.    | 87    | 171            | 410  | 602  | 275                  |
|                      | <i>Podonomus</i> sp.     | 0     | 47             | 37   | 0    | 0                    |
|                      | <i>Podonomopsis</i> sp.  | 3     | 149            | 22   | 0    | 0                    |
|                      | <i>Parochlus</i> sp.     | 1     | 5              | 0    | 0    | 48                   |
|                      | <i>Paraheptagyia</i> sp. | 1     | 2              | 0    | 0    | 0                    |
| Muscidae             | Nd                       | 1     | 0              | 0    | 1    | 2                    |
| Ephydriidae          | Nd                       | 0     | 1              | 0    | 0    | 0                    |
| Poduromorpha         | Nd                       | 1     | 1              | 5    | 1    | 3                    |
| **Acari              | Nd                       | 33    | 10             | 28   | 9    | 4                    |
| **Oligochaeta        | Naididae                 | 25    | 191            | 278  | 24   | 28                   |
|                      | Nd                       | 92    | 24             | 2    | 2    | 6                    |
| *Dugesidae           | Nd                       | 1     | 2              | 2    | 0    | 0                    |
| Total                |                          | 911   | 2236           | 1699 | 1280 | 1930                 |

**Anexo 5.** Distribución espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Ccollpahuaycco.

\*Categoría taxonómica clase, \*\* Categoría taxonómica subclase, Nd: No determinado

| ORDEN/familia        | Género                   | Grava | Piedra mediana | Roca con musgo | Poza con alga | Restos de vegetación |
|----------------------|--------------------------|-------|----------------|----------------|---------------|----------------------|
| <b>EPHEMEROPTERA</b> |                          |       |                |                |               |                      |
| Baetidae             | <i>Andesiops</i>         | 6     | 112            | 190            | 18            | 27                   |
| Leptoplebiidae       | <i>Meridialaris</i>      | 0     | 21             | 3              | 0             | 1                    |
| Leptohyphidae        | <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0     | 1              | 0              | 5             | 0                    |
| <b>PLECOPTERA</b>    |                          |       |                |                |               |                      |
| Gripopterygidae      | <i>Claudioperla</i> sp.  | 8     | 21             | 10             | 14            | 14                   |
| <b>TRICHOPTERA</b>   |                          |       |                |                |               |                      |
| Hydroptilidae        | <i>Metrichia</i> sp.     | 12    | 160            | 141            | 96            | 20                   |
| Hydrobiosidae        | <i>Cailloma</i> sp.      | 0     | 7              | 11             | 0             | 28                   |
| Leptoceridae         | <i>Nectopsyche</i> sp.   | 2     | 30             | 12             | 0             | 422                  |
| Polycentropodidae    | <i>Polycentropus</i> sp. | 0     | 3              | 4              | 0             | 0                    |
| <b>COLEOPTERA</b>    |                          |       |                |                |               |                      |
| Elmidae              | <i>Austrelmis</i>        | 55    | 54             | 55             | 141           | 26                   |
| <b>DIPTERA</b>       |                          |       |                |                |               |                      |
| Empididae            | <i>Neoplasta</i> sp.     | 6     | 29             | 23             | 44            | 127                  |
| Ceratopogonidae      | <i>Bezzia</i> sp.        | 12    | 7              | 11             | 9             | 5                    |
| Simuliidae           | <i>Gigantodax</i> sp.    | 2     | 9              | 2              | 0             | 4                    |
|                      | <i>Simulium</i> sp.      | 0     | 1              | 21             | 15            | 15                   |
| Tipulidae            | <i>Tipula</i> sp.        | 3     | 1              | 0              | 1             | 1                    |
|                      | <i>Hexatoma</i> sp.      | 51    | 2              | 1              | 1             | 1                    |
| Tabanidae            | <i>Tabanus</i> sp.       | 1     | 0              | 5              | 3             | 5                    |
| Chironomidae         | <i>Alotanypus</i> sp.    | 29    | 30             | 53             | 1229          | 16                   |
|                      | <i>Pentaneura</i> sp.    | 22    | 52             | 26             | 153           | 118                  |
|                      | <i>Coriynoneura</i> sp.  | 1     | 35             | 235            | 30            | 168                  |
|                      | <i>Cricotopus</i> sp.    | 78    | 361            | 1321           | 364           | 945                  |
|                      | <i>Tanytarsus</i> sp.    | 118   | 80             | 196            | 1397          | 58                   |
|                      | <i>Podonomus</i> sp.     | 0     | 3              | 22             | 0             | 11                   |
|                      | <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0     | 4              | 0              | 0             | 1                    |
|                      | <i>Parochlus</i> sp.     | 0     | 0              | 0              | 0             | 33                   |
|                      | <i>Paraheptagyia</i> sp. | 4     | 27             | 235            | 38            | 5                    |
|                      | Nd                       | 1     | 2              | 0              | 9             | 1                    |
| Ephydriidae          | Nd                       | 0     | 0              | 0              | 27            | 2                    |
| Psychodidae          | <i>Pericoma</i> sp.      | 0     | 0              | 0              | 7             | 0                    |
| Poduromorpha         | Nd                       | 0     | 11             | 8              | 0             | 12                   |
| **Acari              | Nd                       | 40    | 76             | 27             | 4             | 2                    |
| **Oligochaeta        | Naididae                 | 0     | 42             | 21             | 238           | 56                   |
|                      | Nd                       | 35    | 10             | 0              | 0             | 1                    |
| *Dugesiiidae         | Nd                       | 0     | 1              | 4              | 0             | 1                    |
| Total                |                          | 486   | 1192           | 2637           | 3843          | 2126                 |

**Anexo 6.** Distribución temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Chicucha.

\*Categoría taxonómica clase, \*\* Categoría taxonómica subclase, Nd: No determinado

| ORDEN/familia        | Género                   | Setiembre | Diciembre | Marzo | Julio |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------|-------|
| <b>EPHEMEROPTERA</b> |                          |           |           |       |       |
| Baetidae             | <i>Andesiops</i> sp.     | 126       | 52        | 10    | 114   |
| Leptoplebiidae       | <i>Meridialaris</i> sp.  | 3         | 0         | 6     | 43    |
| <b>PLECOPTERA</b>    |                          |           |           |       |       |
| Gripopterygidae      | <i>Claudioperla</i> sp.  | 11        | 6         | 0     | 26    |
| <b>TRICHOPTERA</b>   |                          |           |           |       |       |
| Hydroptilidae        | <i>Metrichia</i> sp.     | 15        | 9         | 1     | 0     |
| Hydrobiosidae        | <i>Cailloma</i> sp.      | 22        | 3         | 1     | 4     |
| Leptoceridae         | <i>Nectopsyche</i> sp.   | 6         | 0         | 0     | 4     |
| Polycentropodidae    | <i>Polycentropus</i> sp. | 0         | 0         | 0     | 4     |
| <b>COLEOPTERA</b>    |                          |           |           |       |       |
| Elmidae              | <i>Austrelmis</i> sp.    | 59        | 18        | 1     | 59    |
| Scirtidae            | <i>Prionocyphon</i> sp.  | 1         | 0         | 4     | 10    |
| <b>DIPTERA</b>       |                          |           |           |       |       |
| Empididae            | <i>Neoplasta</i> sp.     | 46        | 7         | 1     | 68    |
| Ceratopogonidae      | <i>Bezzia</i> sp.        | 12        | 1         | 1     | 2     |
| Simulidae            | <i>Gigantodax</i> sp.    | 0         | 0         | 0     | 9     |
|                      | <i>Simulium</i> sp.      | 0         | 1         | 0     | 63    |
| Tipulidae            | <i>Tipula</i> sp.        | 66        | 10        | 1     | 22    |
|                      | <i>Hexatoma</i> sp.      | 42        | 28        | 0     | 0     |
| Tabanidae            | <i>Tabanus</i> sp.       | 13        | 2         | 2     | 2     |
| Chironomidae         | <i>Alotanypus</i> sp.    | 230       | 162       | 0     | 104   |
|                      | <i>Pentaneura</i> sp.    | 6         | 1         | 0     | 113   |
|                      | <i>Coriynoneura</i> sp.  | 115       | 82        | 4     | 690   |
|                      | <i>Cricotopus</i> sp.    | 1765      | 447       | 9     | 674   |
|                      | <i>Tanytarsus</i> sp.    | 289       | 1116      | 2     | 138   |
|                      | <i>Podonomus</i> sp.     | 0         | 0         | 0     | 84    |
|                      | <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0         | 0         | 0     | 174   |
|                      | <i>Parochlus</i> sp.     | 0         | 0         | 0     | 54    |
|                      | <i>Paraheptagyia</i> sp. | 1         | 1         | 0     | 1     |
| Muscidae             | Nd                       | 2         | 1         | 0     | 1     |
| Ephydriidae          | Nd                       | 0         | 1         | 0     | 0     |
| Poduromorpha         | Nd                       | 1         | 3         | 1     | 6     |
| **Acari              | Nd                       | 28        | 2         | 1     | 53    |
| **Oligochaeta        | Naididae                 | 400       | 22        | 5     | 119   |
|                      | Nd                       | 102       | 10        | 2     | 12    |
| *Dugesidae           | Nd                       | 4         | 1         | 0     | 0     |
| Total                |                          | 3365      | 1986      | 52    | 2653  |

**Anexo 7.** Distribución temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Ccollpahuaycco.

\*Categoría taxonómica clase, \*\* Categoría taxonómica subclase, Nd: No determinado

| ORDEN/familia        | Género                   | Setiembre | Diciembre | Marzo | Julio |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------|-------|
| <b>EPHEMEROPTERA</b> |                          |           |           |       |       |
| Baetidae             | <i>Andesiops</i>         | 44        | 109       | 120   | 80    |
| Leptoplebiidae       | <i>Meridialaris</i>      | 0         | 0         | 2     | 23    |
| Leptohyphidae        | <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0         | 0         | 0     | 6     |
| <b>PLECOPTERA</b>    |                          |           |           |       |       |
| Gripopterygidae      | <i>Claudioperla</i> sp.  | 21        | 4         | 0     | 42    |
| <b>TRICHOPTERA</b>   |                          |           |           |       |       |
| Hydroptilidae        | <i>Metrichia</i> sp.     | 114       | 62        | 132   | 121   |
| Hydrobiosidae        | <i>Cailloma</i> sp.      | 29        | 1         | 4     | 12    |
| Leptoceridae         | <i>Nectopsyche</i> sp.   | 459       | 6         | 0     | 1     |
| Polycentropodidae    | <i>Polycentropus</i> sp. | 0         | 0         | 0     | 7     |
| <b>COLEOPTERA</b>    |                          |           |           |       |       |
| Elmidae              | <i>Austrelmis</i>        | 73        | 48        | 44    | 166   |
| <b>DIPTERA</b>       |                          |           |           |       |       |
| Empididae            | <i>Neoplasta</i> sp.     | 129       | 53        | 12    | 35    |
| Ceratopogonidae      | <i>Bezzia</i> sp.        | 18        | 10        | 4     | 12    |
| Simuliidae           | <i>Gigantodax</i> sp.    | 0         | 0         | 0     | 17    |
|                      | <i>Simulium</i> sp.      | 0         | 0         | 2     | 50    |
| Tipulidae            | <i>Tipula</i> sp.        | 1         | 1         | 0     | 4     |
|                      | <i>Hexatoma</i> sp.      | 0         | 2         | 0     | 54    |
| Tabanidae            | <i>Tabanus</i> sp.       | 4         | 2         | 0     | 8     |
| Chironomidae         | <i>Alotanypus</i> sp.    | 209       | 128       | 0     | 1020  |
|                      | <i>Pentaneura</i> sp.    | 88        | 22        | 3     | 258   |
|                      | <i>Coriynoneura</i> sp.  | 27        | 34        | 49    | 359   |
|                      | <i>Cricotopus</i> sp.    | 1135      | 370       | 162   | 1402  |
|                      | <i>Tanytarsus</i> sp.    | 486       | 163       | 3     | 1197  |
|                      | <i>Podonomus</i> sp.     | 0         | 0         | 0     | 36    |
|                      | <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0         | 0         | 0     | 5     |
|                      | <i>Parochlus</i> sp.     | 0         | 0         | 0     | 33    |
|                      | <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0         | 2         | 4     | 303   |
|                      | Nd                       | 3         | 0         | 0     | 10    |
| Ephydriidae          | Nd                       | 29        | 0         | 0     | 0     |
| Psychodidae          | <i>Pericoma</i> sp.      | 6         | 0         | 0     | 1     |
| Poduromorpha         | Nd                       | 18        | 1         | 0     | 12    |
| **Acari              | Nd                       | 22        | 1         | 1     | 125   |
| **Oligochaeta        | Naididae                 | 20        | 68        | 14    | 255   |
|                      | Nd                       | 17        | 5         | 8     | 16    |
| *Dugesiiidae         | Nd                       | 0         | 4         | 0     | 2     |
| Total                |                          | 2952      | 1096      | 564   | 5672  |

**Anexo 8.** Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel espacial en la quebrada Chicucha.

| Grava y piedra mediana   |            | Disimilaridad Promedio 62.48 |        |        |
|--------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                 | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 8.59       | 8.59                         | 1.47   | 1.77   |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 8.21       | 16.8                         | 0.46   | 1.6    |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.17       | 23.97                        | 0.85   | 1.52   |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 6.92       | 30.89                        | 1.11   | 0.97   |
| Oligochaeta              | 6.69       | 37.58                        | 1.05   | 0.35   |
| Naididae                 | 5.92       | 43.49                        | 0.35   | 1.16   |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.23       | 48.73                        | 0.93   | 0.69   |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.42       | 53.14                        | 0.84   | 0.79   |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 4.15       | 57.3                         | 0.62   | 0.23   |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.82       | 61.12                        | 0.42   | 0.57   |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.69       | 64.81                        | 0.23   | 0.75   |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.68       | 68.5                         | 0.55   | 0.57   |
| Acari                    | 3.23       | 71.73                        | 0.38   | 0.45   |
| <i>Tipula</i> sp.        | 3.11       | 74.84                        | 0.48   | 0.56   |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 3.07       | 77.91                        | 0.48   | 0.27   |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.97       | 80.88                        | 0.15   | 0.54   |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.73       | 83.61                        | 0.08   | 0.53   |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.42       | 86.03                        | 0      | 0.48   |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.19       | 88.22                        | 0.25   | 0.2    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.96       | 90.18                        | 0      | 0.42   |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 1.5        | 91.68                        | 0.15   | 0.2    |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.41       | 93.09                        | 0      | 0.29   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.17       | 94.26                        | 0.08   | 0.23   |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.12       | 95.38                        | 0.08   | 0.2    |
| Dugesidae                | 0.96       | 96.34                        | 0.08   | 0.15   |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.94       | 97.28                        | 0.08   | 0.15   |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.7        | 97.98                        | 0      | 0.15   |
| Poduromorpha             | 0.58       | 98.56                        | 0.08   | 0.08   |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 0.57       | 99.12                        | 0.08   | 0.08   |
| <i>Ephydriidae</i> sp.   | 0.53       | 99.65                        | 0      | 0.08   |
| <i>Muscidae</i> sp.      | 0.35       | 100                          | 0.08   | 0      |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0          | 100                          | 0      | 0      |

| Grava y roca |            | Disimilaridad Promedio 61.21 |        |        |
|--------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies     | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.24 | 8.24  | 1.11 | 1.16 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 7.4  | 15.64 | 1.47 | 1.46 |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.09 | 22.73 | 0.85 | 1.3  |
| <i>Oligochaeta</i>       | 5.81 | 28.54 | 1.05 | 0.15 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.23 | 33.77 | 0.93 | 0.87 |
| <i>Acari</i>             | 5.18 | 38.95 | 0.38 | 0.67 |
| <i>Naididae</i>          | 4.74 | 43.69 | 0.35 | 0.69 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.73 | 48.41 | 0.84 | 0.59 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.63 | 53.04 | 0.46 | 0.98 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 4.41 | 57.46 | 0.62 | 0.12 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.9  | 61.36 | 0.15 | 0.54 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 3.77 | 65.12 | 0    | 0.46 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 3.73 | 68.85 | 0.48 | 0.37 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.7  | 72.55 | 0.42 | 0.3  |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.3  | 75.85 | 0.55 | 0.36 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 3.09 | 78.94 | 0.48 | 0.21 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.03 | 81.97 | 0    | 0.4  |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.99 | 84.96 | 0.15 | 0.34 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.81 | 87.77 | 0.08 | 0.42 |
| <i>Poduromorpha</i>      | 2.53 | 90.31 | 0.08 | 0.3  |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.36 | 92.66 | 0    | 0.31 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.03 | 94.69 | 0.23 | 0.3  |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.75 | 96.44 | 0.25 | 0.08 |
| <i>Turbellaria</i>       | 0.94 | 97.37 | 0.08 | 0.12 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 0.87 | 98.24 | 0.08 | 0.12 |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 0.63 | 98.87 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Muscidae</i>          | 0.38 | 99.25 | 0.08 | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.38 | 99.62 | 0.08 | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0.38 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Ephydridae</i>        | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |

---

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| <b>Grava y poza</b> | <b>Disimilaridad Promedio 59.74</b> |
|---------------------|-------------------------------------|

---

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 11.04             | 11.04         | 1.11          | 1.68          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 9.55              | 20.59         | 0.93          | 1.45          |
| Naididae                 | 8.42              | 29.01         | 0.35          | 0.84          |
| Oligochaeta              | 7.97              | 36.98         | 1.05          | 0.12          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 7.79              | 44.77         | 1.47          | 1.34          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.04              | 51.81         | 0.85          | 0.76          |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 5.63              | 57.44         | 0.62          | 0.44          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 5.39              | 62.83         | 0.84          | 0.6           |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.78              | 67.61         | 0.48          | 0.44          |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 4.45              | 72.05         | 0.08          | 0.35          |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.86              | 75.91         | 0.55          | 0.53          |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.39              | 79.3          | 0.42          | 0             |
| Acari                    | 3.25              | 82.55         | 0.38          | 0.25          |
| <i>Tipula</i> sp.        | 3.19              | 85.74         | 0.48          | 0.35          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 2.67              | 88.41         | 0.46          | 0.31          |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.42              | 90.83         | 0.25          | 0.15          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.36              | 92.19         | 0.23          | 0             |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.2               | 93.39         | 0             | 0.18          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 1.06              | 94.44         | 0.15          | 0             |
| Muscidae                 | 0.85              | 95.29         | 0.08          | 0.08          |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.83              | 96.12         | 0.15          | 0             |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.82              | 96.94         | 0             | 0.12          |
| Poduromorpha             | 0.76              | 97.7          | 0.08          | 0.08          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 0.53              | 98.23         | 0.08          | 0             |
| Dugesidae                | 0.53              | 98.75         | 0.08          | 0             |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.42              | 99.17         | 0.08          | 0             |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0.42              | 99.58         | 0.08          | 0             |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 0.42              | 100           | 0.08          | 0             |
| Ephydriidae              | 0                 | 100           | 0             | 0             |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0                 | 100           | 0             | 0             |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0                 | 100           | 0             | 0             |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0                 | 100           | 0             | 0             |

**Grava y restos de  
vegetación**

**Disimilaridad Promedio 66.8**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 12.22             | 12.22         | 1.47          | 1.9           |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.55              | 20.78         | 1.11          | 0.78          |
| Oligochaeta              | 8.36              | 29.14         | 1.05          | 0.29          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.16              | 36.3          | 0.85          | 1.24          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 6.19              | 42.5          | 0.93          | 0.73          |
| <i>Tipula</i> sp.        | 5.12              | 47.61         | 0.48          | 0.9           |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 5.12              | 52.73         | 0.55          | 0.72          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.9               | 57.62         | 0.46          | 0.33          |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 4.87              | 62.49         | 0.62          | 0.33          |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 4.81              | 67.3          | 0.42          | 0.15          |
| Naididae                 | 4.72              | 72.02         | 0.35          | 0.69          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.72              | 76.74         | 0.84          | 0.55          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 2.99              | 79.72         | 0.48          | 0.2           |
| Acari                    | 2.73              | 82.46         | 0.38          | 0.23          |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 2.63              | 85.09         | 0.08          | 0.42          |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.19              | 87.27         | 0.25          | 0.18          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.5               | 88.77         | 0.23          | 0.15          |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 1.22              | 89.99         | 0.08          | 0.18          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 1.21              | 91.2          | 0.15          | 0.08          |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.2               | 92.4          | 0             | 0.21          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.19              | 93.6          | 0.08          | 0.2           |
| Poduromorpha             | 1.08              | 94.68         | 0.08          | 0.15          |
| Muscidae                 | 1.05              | 95.73         | 0.08          | 0.15          |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1                 | 96.72         | 0             | 0.18          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 0.99              | 97.72         | 0.08          | 0.12          |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.74              | 98.46         | 0.15          | 0             |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0.7               | 99.15         | 0             | 0.12          |
| Dugesidae                | 0.48              | 99.63         | 0.08          | 0             |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.37              | 100           | 0.08          | 0             |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0                 | 100           | 0             | 0             |
| Ephydriidae              | 0                 | 100           | 0             | 0             |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0                 | 100           | 0             | 0             |

| <b>Piedra mediana y roca</b> |                   | <b>Disimilaridad Promedio 55.54</b> |               |               |
|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Especies</b>              | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b>                       | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |



|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 8.86 | 8.86  | 1.77 | 1.46 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.34 | 17.2  | 0.97 | 1.16 |
| Naididae                 | 6.91 | 24.11 | 1.16 | 0.69 |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.38 | 29.49 | 1.52 | 1.3  |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.31 | 34.8  | 0.69 | 0.87 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 5.01 | 39.8  | 1.6  | 0.98 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 4.31 | 44.12 | 0.54 | 0.34 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.96 | 48.07 | 0.42 | 0.4  |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.78 | 51.85 | 0.75 | 0.3  |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.75 | 55.6  | 0.48 | 0.31 |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.73 | 59.33 | 0.57 | 0.36 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 3.7  | 63.02 | 0.56 | 0.21 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.64 | 66.66 | 0.2  | 0.54 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.62 | 70.28 | 0.79 | 0.59 |
| Acari                    | 3.32 | 73.6  | 0.45 | 0.67 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.17 | 76.77 | 0.53 | 0.42 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 2.99 | 79.75 | 0.29 | 0.46 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 2.91 | 82.67 | 0.57 | 0.3  |
| Oligochaeta              | 2.8  | 85.46 | 0.35 | 0.15 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 2.8  | 88.26 | 0.27 | 0.37 |
| Poduromorpha             | 2.26 | 90.52 | 0.08 | 0.3  |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.6  | 92.12 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 1.5  | 93.62 | 0.23 | 0.12 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.38 | 95    | 0.23 | 0.12 |
| Turbellaria              | 1.2  | 96.2  | 0.15 | 0.12 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0.96 | 97.17 | 0.2  | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.93 | 98.1  | 0.15 | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.75 | 98.84 | 0.15 | 0    |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 0.62 | 99.46 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Ephydriidae</i> sp.   | 0.54 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Muscidae                 | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Piedra mediana y poza |            | Disimilaridad Promedio 64.07 |        |        |
|-----------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies              | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp. | 8.72       | 8.72                         | 1.77   | 1.34   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.71 | 17.43 | 0.97 | 1.68 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 8.18 | 25.61 | 1.6  | 0.31 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 7.77 | 33.38 | 0.69 | 1.45 |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.72 | 41.1  | 1.52 | 0.76 |
| Naididae                 | 6.02 | 47.12 | 1.16 | 0.84 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.91 | 51.02 | 0.57 | 0    |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.9  | 54.93 | 0.75 | 0    |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.76 | 58.68 | 0.57 | 0.53 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.54 | 62.23 | 0.79 | 0.6  |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 3.15 | 65.37 | 0.08 | 0.35 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 3.13 | 68.5  | 0.27 | 0.44 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.99 | 71.49 | 0.23 | 0.44 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.77 | 74.26 | 0.53 | 0    |
| Acari                    | 2.7  | 76.96 | 0.45 | 0.25 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.61 | 79.56 | 0.48 | 0.12 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.5  | 82.07 | 0.54 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 2.47 | 84.53 | 0.56 | 0.35 |
| Oligochaeta              | 2.2  | 86.73 | 0.35 | 0.12 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.99 | 88.72 | 0.2  | 0.15 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.93 | 90.65 | 0.42 | 0    |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.39 | 92.04 | 0.29 | 0    |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.07 | 93.12 | 0.23 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.97 | 94.08 | 0    | 0.18 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 0.94 | 95.02 | 0.2  | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0.89 | 95.91 | 0.2  | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.88 | 96.79 | 0.15 | 0    |
| Dugesidae                | 0.88 | 97.67 | 0.15 | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.69 | 98.37 | 0.15 | 0    |
| Poduromorpha             | 0.63 | 98.99 | 0.08 | 0.08 |
| Ephydriidae              | 0.52 | 99.51 | 0.08 | 0    |
| Muscidae                 | 0.49 | 100   | 0    | 0.08 |

**Piedra mediana y  
restos de vegetación**

**Disimilaridad Promedio 64.49**

| <b>Especies</b>      | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Andesiops</i> sp. | 10.15             | 10.15         | 1.6           | 0.33          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 8.57 | 18.72 | 1.77 | 1.9  |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.63 | 26.35 | 1.52 | 1.24 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 7.19 | 33.54 | 0.97 | 0.78 |
| Naididae                 | 5.65 | 39.2  | 1.16 | 0.69 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 4.99 | 44.18 | 0.69 | 0.73 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 4.98 | 49.16 | 0.56 | 0.9  |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 4.34 | 53.5  | 0.57 | 0.15 |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.19 | 57.69 | 0.57 | 0.72 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.87 | 61.56 | 0.79 | 0.55 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.72 | 65.28 | 0.75 | 0.15 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.75 | 68.02 | 0.48 | 0.18 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 2.69 | 70.72 | 0.2  | 0.42 |
| Oligochaeta              | 2.62 | 73.34 | 0.35 | 0.29 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.62 | 75.95 | 0.53 | 0.12 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.52 | 78.47 | 0.2  | 0.18 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.47 | 80.94 | 0.54 | 0    |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.25 | 83.19 | 0.23 | 0.33 |
| Acari                    | 2.16 | 85.36 | 0.45 | 0.23 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.91 | 87.27 | 0.42 | 0    |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 1.87 | 89.13 | 0.27 | 0.2  |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.54 | 90.67 | 0.29 | 0.12 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.49 | 92.16 | 0.15 | 0.21 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.41 | 93.57 | 0.23 | 0.2  |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 1.18 | 94.74 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 1.1  | 95.84 | 0.08 | 0.18 |
| Poduromorpha             | 0.99 | 96.83 | 0.08 | 0.15 |
| Dugesidae                | 0.89 | 97.72 | 0    | 0.15 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.88 | 98.6  | 0.15 | 0    |
| Turbellaria              | 0.88 | 99.48 | 0.15 | 0    |
| Ephydriidae              | 0.52 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

| <b>Roca y poza</b>    | <b>Disimilaridad Promedio 62.85</b> |               |               |               |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Especies</b>       | <b>Contrib. %</b>                   | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
| <i>Tanytarsus</i> sp. | 9.82                                | 9.82          | 1.16          | 1.68          |
| <i>Alotanypus</i> sp. | 8                                   | 17.82         | 0.87          | 1.45          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 7.75 | 25.57 | 1.3  | 0.76 |
| Naididae                 | 7.23 | 32.8  | 0.69 | 0.84 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 6.36 | 39.15 | 1.46 | 1.34 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.53 | 43.68 | 0.98 | 0.31 |
| Acari                    | 4.51 | 48.19 | 0.67 | 0.25 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4    | 52.19 | 0.37 | 0.44 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.91 | 56.1  | 0.59 | 0.6  |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.89 | 59.99 | 0.54 | 0    |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 3.56 | 63.55 | 0.46 | 0    |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.3  | 66.85 | 0.36 | 0.53 |
| Scirtidae                | 3.18 | 70.02 | 0.08 | 0.35 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 3.16 | 73.18 | 0.12 | 0.44 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3    | 76.18 | 0.3  | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 2.94 | 79.12 | 0.4  | 0    |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.91 | 82.03 | 0.42 | 0    |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.66 | 84.69 | 0.31 | 0.12 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 2.58 | 87.27 | 0.21 | 0.35 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.53 | 89.8  | 0.34 | 0    |
| Poduromorpha             | 2.33 | 92.12 | 0.3  | 0.08 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.07 | 94.19 | 0.3  | 0    |
| Oligochaeta              | 1.71 | 95.9  | 0.15 | 0.12 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.27 | 97.17 | 0.08 | 0.15 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.04 | 98.22 | 0    | 0.18 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 0.63 | 98.84 | 0.12 | 0    |
| Dugesidae                | 0.63 | 99.47 | 0.12 | 0    |
| Muscidae                 | 0.53 | 100   | 0    | 0.08 |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Roca y restos de vegetación |            | Disimilaridad Promedio 65.78 |        |        |
|-----------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                    | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.       | 9.74       | 9.74                         | 1.46   | 1.9    |
| <i>Tanytarsus</i> sp.       | 8.69       | 18.43                        | 1.16   | 0.78   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.     | 7.09       | 25.52                        | 1.3    | 1.24   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Andesiops</i> sp.     | 5.61 | 31.13 | 0.98 | 0.33 |
| Naididae                 | 5.58 | 36.71 | 0.69 | 0.69 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.52 | 42.23 | 0.87 | 0.73 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 4.86 | 47.09 | 0.21 | 0.9  |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.75 | 51.84 | 0.36 | 0.72 |
| Acari                    | 3.83 | 55.67 | 0.67 | 0.23 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.72 | 59.38 | 0.54 | 0.08 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.49 | 62.88 | 0.59 | 0.55 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 3.35 | 66.23 | 0.46 | 0.12 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.12 | 69.34 | 0.3  | 0.15 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.9  | 72.24 | 0.42 | 0.12 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 2.87 | 75.11 | 0.4  | 0    |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.72 | 77.83 | 0.31 | 0.18 |
| Poduromorpha             | 2.66 | 80.49 | 0.3  | 0.15 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 2.47 | 82.96 | 0.34 | 0    |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 2.39 | 85.35 | 0.37 | 0.2  |
| Oligochaeta              | 2.27 | 87.62 | 0.15 | 0.29 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 2.26 | 89.88 | 0    | 0.42 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.16 | 92.04 | 0.12 | 0.33 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.73 | 93.76 | 0.3  | 0.15 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.25 | 95.02 | 0.12 | 0.2  |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.18 | 96.19 | 0.08 | 0.18 |
| Scirtidae                | 1.16 | 97.35 | 0.08 | 0.18 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.13 | 98.48 | 0    | 0.21 |
| Muscidae sp.             | 0.92 | 99.4  | 0    | 0.15 |
| Dugesidae                | 0.6  | 100   | 0.12 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydridae               | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Poza y restos de vegetación |            | Disimilaridad Promedio 63.67 |        |        |
|-----------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                    | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.       | 13.06      | 13.06                        | 1.34   | 1.9    |
| <i>Tanytarsus</i> sp.       | 11.72      | 24.78                        | 1.68   | 0.78   |
| <i>Alotanypus</i> sp.       | 9.52       | 34.3                         | 1.45   | 0.73   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.     | 8.05       | 42.35                        | 0.76   | 1.24   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| Naididae                 | 6.49 | 48.84 | 0.84 | 0.69 |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 5.55 | 54.38 | 0.53 | 0.72 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 5.38 | 59.77 | 0.35 | 0.9  |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 4.83 | 64.6  | 0.35 | 0.18 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.07 | 68.66 | 0.6  | 0.55 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 3.99 | 72.65 | 0.44 | 0.33 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 3.56 | 76.21 | 0.44 | 0.2  |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 3.48 | 79.69 | 0.31 | 0.33 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 2.54 | 82.23 | 0    | 0.42 |
| Acari                    | 2.45 | 84.68 | 0.25 | 0.23 |
| Oligochaeta              | 2.08 | 86.75 | 0.12 | 0.29 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.85 | 88.6  | 0.15 | 0.18 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1.54 | 90.14 | 0.12 | 0.18 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.27 | 91.41 | 0    | 0.21 |
| Poduromorpha             | 1.21 | 92.62 | 0.08 | 0.15 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.18 | 93.8  | 0    | 0.2  |
| Muscidae                 | 1.18 | 94.98 | 0.08 | 0.15 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.14 | 96.12 | 0.18 | 0    |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.04 | 97.17 | 0    | 0.15 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0.9  | 98.07 | 0    | 0.15 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 0.73 | 98.8  | 0    | 0.12 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0.73 | 99.54 | 0    | 0.12 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 0.46 | 100   | 0    | 0.08 |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| DugesIIDae               | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Anexo 9.** Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel espacial en la quebrada Ccollpahuaycco.

Grava y piedra mediana.

| Grava y piedra mediana |            | Disimilaridad Promedio 62.48 |        |        |
|------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies               | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Metrichia</i> sp.     | 9.56 | 9.56  | 0.41 | 1.54 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 7.79 | 17.34 | 0.97 | 1.92 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 7.5  | 24.84 | 0.33 | 1.18 |
| Naididae                 | 6.03 | 30.88 | 0    | 0.81 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 6.03 | 36.91 | 0.76 | 0.91 |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.66 | 42.56 | 0.08 | 0.82 |
| Oligochaeta              | 5    | 47.56 | 0.97 | 0.38 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.66 | 52.22 | 0.41 | 0.81 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.56 | 56.78 | 0.12 | 0.6  |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.32 | 61.1  | 0.35 | 0.8  |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.29 | 65.39 | 0.86 | 1.15 |
| Acari                    | 4.22 | 69.61 | 0.4  | 0.59 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 4.05 | 73.66 | 0.37 | 0.57 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.94 | 77.6  | 0.24 | 0.59 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 3.08 | 80.67 | 0.41 | 0.38 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 2.67 | 83.35 | 0.18 | 0.43 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.56 | 85.91 | 0    | 0.37 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.41 | 88.32 | 0.43 | 0.12 |
| Poduromorpha             | 2.37 | 90.68 | 0    | 0.27 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.64 | 92.32 | 0    | 0.34 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.57 | 93.9  | 0.12 | 0.25 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 1.22 | 95.11 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.85 | 95.97 | 0    | 0.18 |
| Muscidae                 | 0.81 | 96.77 | 0.08 | 0.12 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0.74 | 97.51 | 0    | 0.15 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.74 | 98.25 | 0    | 0.15 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.66 | 98.91 | 0    | 0.08 |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.37 | 99.27 | 0    | 0.08 |
| Dugesidae                | 0.37 | 99.64 | 0    | 0.08 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0.36 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Grava y roca con musgo  |            | Disimilaridad Promedio 69.58 |        |        |
|-------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 9.24       | 9.24                         | 0.97   | 2.4    |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 8.33       | 17.57                        | 0.33   | 1.68   |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 7.83       | 25.4                         | 0.08   | 1.37   |
| <i>Metrichia</i> sp.    | 7.25       | 32.65                        | 0.41   | 1.46   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| Oligochaeta              | 6    | 38.65 | 0.97 | 0    |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 5.99 | 44.63 | 0.76 | 0.99 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 4.9  | 49.53 | 0.18 | 0.84 |
| Naididae                 | 4.85 | 54.38 | 0    | 0.78 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 4.65 | 59.03 | 0.37 | 0.81 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.18 | 63.21 | 0.86 | 0.96 |
| Acari                    | 4.04 | 67.25 | 0.4  | 0.63 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 3.89 | 71.14 | 0.41 | 0.74 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.41 | 74.55 | 0    | 0.55 |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 2.91 | 77.46 | 0.35 | 0.65 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.63 | 80.09 | 0.41 | 0.46 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.41 | 82.5  | 0    | 0.41 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.37 | 84.87 | 0.24 | 0.39 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 2.21 | 87.08 | 0.12 | 0.38 |
| Poduromorpha             | 2.18 | 89.26 | 0    | 0.39 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.02 | 91.29 | 0.43 | 0.08 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.89 | 93.17 | 0    | 0.34 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.34 | 94.51 | 0    | 0.2  |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.24 | 95.75 | 0.08 | 0.2  |
| Dugesidae                | 1.06 | 96.82 | 0    | 0.18 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.99 | 97.8  | 0.2  | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.97 | 98.77 | 0    | 0.18 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.92 | 99.69 | 0.12 | 0.12 |
| Muscidae                 | 0.31 | 100   | 0.08 | 0    |
| Psychodidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |

#### Grava y poza con alga

#### Disimilaridad Promedio 67.24

| Especies              | Contrib. % | Cum. % | Mean 1 | Mean 2 |
|-----------------------|------------|--------|--------|--------|
| <i>Alotanypus</i> sp. | 11.38      | 11.38  | 0.37   | 1.78   |
| <i>Tanytarsus</i> sp. | 10.82      | 22.21  | 0.76   | 1.8    |
| Oligochaeta           | 8.35       | 30.56  | 0.97   | 0      |
| <i>Cricotopus</i> sp. | 7.3        | 37.86  | 0.97   | 1.75   |
| <i>Austrelmis</i>     | 6.06       | 43.91  | 0.86   | 1.12   |
| <i>Coriynoneura</i>   | 5.64       | 49.55  | 0.08   | 0.63   |
| <i>Metrichia</i> sp.  | 5.19       | 54.74  | 0.41   | 0.81   |



|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.85 | 59.59 | 0.35 | 0.75 |
| Naididae                 | 4.8  | 64.39 | 0    | 0.82 |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.58 | 68.97 | 0.41 | 0.72 |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.14 | 73.11 | 0.33 | 0.52 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 3.19 | 76.29 | 0.41 | 0.43 |
| Acari                    | 2.91 | 79.2  | 0.4  | 0.23 |
| Ephydridae               | 2.7  | 81.9  | 0    | 0.36 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.62 | 84.52 | 0.43 | 0.08 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.42 | 86.94 | 0.24 | 0.36 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 2.31 | 89.25 | 0.18 | 0.4  |
| Muscidae                 | 1.95 | 91.2  | 0.08 | 0.35 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 1.91 | 93.11 | 0    | 0.29 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.61 | 94.72 | 0.08 | 0.2  |
| <i>Tipula</i> sp.        | 1.41 | 96.14 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1.32 | 97.46 | 0    | 0.3  |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.1  | 98.56 | 0.12 | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.86 | 99.42 | 0    | 0.2  |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.58 | 100   | 0.12 | 0    |
| Poduromorpha             | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| DugesIIDae               | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Grava y restos de  
vegetación**

**Disimilaridad Promedio 76.70**

| <b>Especies</b>         | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|-------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Oligochaeta             | 10.55             | 10.55         | 0.97          | 0.08          |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 10.06             | 20.61         | 0.97          | 1.69          |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 6.2               | 26.82         | 0.35          | 1.06          |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 6.18              | 33            | 0.86          | 0.67          |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 6.13              | 39.13         | 0.08          | 1.13          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 6.12              | 45.25         | 0.76          | 0.84          |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 5.81              | 51.05         | 0.33          | 0.75          |
| Naididae                | 5.27              | 56.33         | 0             | 0.96          |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 4.97              | 61.29         | 0.41          | 0.88          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.06 | 65.35 | 0.12 | 0.66 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.85 | 69.2  | 0.41 | 0.52 |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 3.29 | 72.48 | 0.37 | 0.38 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 3.19 | 75.67 | 0.41 | 0.27 |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.02 | 78.69 | 0.24 | 0.56 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.54 | 81.23 | 0    | 0.54 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.27 | 83.51 | 0.43 | 0.08 |
| Acari                    | 2.27 | 85.78 | 0.4  | 0.15 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.86 | 87.63 | 0    | 0.38 |
| Poduromorpha             | 1.81 | 89.44 | 0    | 0.38 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.57 | 91.01 | 0.08 | 0.31 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1.46 | 92.47 | 0    | 0.3  |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 1.43 | 93.9  | 0.18 | 0.2  |
| <i>Tipula</i> sp.        | 1.4  | 95.31 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.31 | 96.61 | 0    | 0.27 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.18 | 97.79 | 0.12 | 0.18 |
| Muscidae                 | 0.56 | 98.35 | 0.08 | 0.08 |
| Ephydriidae              | 0.55 | 98.91 | 0    | 0.12 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.36 | 99.27 | 0    | 0.08 |
| Dugesiiidae              | 0.36 | 99.64 | 0    | 0.08 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0.36 | 100   | 0    | 0.08 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Piedra mediana y roca  
con musgo**

**Disimilaridad Promedio 37.78**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.16              | 8.16          | 0.91          | 0.99          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 6.87              | 15.03         | 0.43          | 0.84          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.92              | 20.94         | 0.57          | 0.81          |
| Acari                    | 5.69              | 26.63         | 0.59          | 0.63          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.31              | 31.94         | 0.82          | 1.37          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.93              | 36.87         | 0.6           | 0.38          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.64              | 41.51         | 1.18          | 1.68          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 4.24              | 45.75         | 1.92          | 2.4           |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 4.19              | 49.94         | 0.59          | 0.39          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.15              | 54.09         | 0.81          | 0.74          |
| Naididae                 | 3.92              | 58.01         | 0.81          | 0.78          |
| Poduromorpha             | 3.86              | 61.87         | 0.27          | 0.39          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.66 | 65.53 | 0.8  | 0.65 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.25 | 68.78 | 0.08 | 0.41 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 3.2  | 71.98 | 0.34 | 0.2  |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.12 | 75.1  | 0.15 | 0.34 |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.12 | 78.22 | 1.15 | 0.96 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 2.82 | 81.03 | 1.54 | 1.46 |
| Oligochaeta              | 2.8  | 83.83 | 0.38 | 0    |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.78 | 86.61 | 0.38 | 0.46 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.37 | 88.98 | 0.37 | 0.55 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 2.13 | 91.1  | 0.25 | 0.12 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.84 | 92.95 | 0.15 | 0.18 |
| Turbellaria              | 1.68 | 94.63 | 0.08 | 0.18 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.5  | 96.13 | 0    | 0.2  |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 1.1  | 97.23 | 0.12 | 0.08 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 1.09 | 98.32 | 0.18 | 0    |
| Muscidae                 | 0.74 | 99.06 | 0.12 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.47 | 99.53 | 0.08 | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.47 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydridae               | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Piedra mediana y poza  
con alga**

**Disimilaridad Promedio 53.22**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Alotanyus</i> sp.     | 9.51              | 9.51          | 0.57          | 1.78          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.85              | 18.36         | 0.91          | 1.8           |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 6.87              | 25.23         | 1.54          | 0.81          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 6.33              | 31.56         | 1.18          | 0.52          |
| Naididae                 | 5.79              | 37.35         | 0.81          | 0.82          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 5.38              | 42.73         | 0.81          | 0.72          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 4.48              | 47.2          | 0.82          | 0.63          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.46              | 51.67         | 0.6           | 0             |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.32              | 55.98         | 0.8           | 0.75          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.08              | 60.06         | 1.15          | 1.12          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.64              | 63.69         | 0.59          | 0.36          |
| Acari                    | 3.43              | 67.12         | 0.59          | 0.23          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 3.28              | 70.41         | 0.43          | 0.4           |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 2.89              | 73.3          | 1.92          | 1.75          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.41 | 75.71 | 0.37 | 0    |
| Ephydridae               | 2.4  | 78.11 | 0    | 0.36 |
| Oligochaeta              | 2.31 | 80.42 | 0.38 | 0    |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.22 | 82.64 | 0.38 | 0.43 |
| Poduromorpha             | 2.15 | 84.78 | 0.27 | 0    |
| Muscidae                 | 1.89 | 86.67 | 0.12 | 0.35 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1.76 | 88.43 | 0.08 | 0.3  |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 1.74 | 90.16 | 0    | 0.29 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.66 | 91.82 | 0.34 | 0    |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.38 | 93.2  | 0    | 0.2  |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.23 | 94.44 | 0.25 | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 1.11 | 95.54 | 0.08 | 0.2  |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0.98 | 96.52 | 0.12 | 0.08 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.86 | 97.38 | 0.18 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.76 | 98.14 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0.74 | 98.89 | 0.15 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.74 | 99.63 | 0.15 | 0    |
| DugesIIDae               | 0.37 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Piedra mediana y restos  
de vegetación**

**Disimilaridad Promedio 57.16**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Metrichia</i> sp.     | 8.35              | 8.35          | 1.54          | 0.52          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 7.93              | 16.28         | 1.92          | 1.69          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 6.26              | 22.54         | 1.18          | 0.75          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 6.17              | 28.7          | 0.6           | 0.66          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 5.7               | 34.4          | 0.81          | 0.88          |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 5.35              | 39.75         | 0.8           | 1.06          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.18              | 44.93         | 0.82          | 1.13          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 5.1               | 50.03         | 0.91          | 0.84          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.79              | 54.82         | 1.15          | 0.67          |
| Naididae                 | 4.76              | 59.57         | 0.81          | 0.96          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 3.8               | 63.37         | 0.57          | 0.38          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 3.39              | 66.76         | 0.59          | 0.56          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.33              | 70.1          | 0.37          | 0.54          |
| Acari                    | 3.24              | 73.33         | 0.59          | 0.15          |
| Poduromorpha             | 3.04              | 76.37         | 0.27          | 0.38          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 2.65              | 79.01         | 0.43          | 0.2           |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.41 | 81.43 | 0.38 | 0.27 |
| <i>Oligochaeta</i>       | 2.32 | 83.75 | 0.38 | 0.08 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 1.9  | 85.65 | 0.08 | 0.3  |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.9  | 87.55 | 0    | 0.38 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.82 | 89.36 | 0.34 | 0.08 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.76 | 91.13 | 0.15 | 0.27 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.72 | 92.84 | 0.25 | 0.18 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.64 | 94.48 | 0    | 0.31 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 1.06 | 95.54 | 0.18 | 0.08 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0.87 | 96.4  | 0.12 | 0.08 |
| Muscidae                 | 0.78 | 97.19 | 0.12 | 0.08 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.71 | 97.9  | 0.15 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.59 | 98.49 | 0.08 | 0.08 |
| Turbellaria              | 0.59 | 99.07 | 0.08 | 0.08 |
| Ephydriidae              | 0.57 | 99.64 | 0    | 0.12 |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.36 | 100   | 0.08 | 0    |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Roca con alga y poza  
con alga**

**Disimilaridad Promedio 53.13**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 8.4               | 8.4           | 0.99          | 1.8           |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 8.23              | 16.63         | 0.81          | 1.78          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 7.32              | 23.95         | 1.68          | 0.52          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 6.03              | 29.98         | 1.46          | 0.81          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 5.68              | 35.65         | 0.84          | 0.4           |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.54              | 41.2          | 1.37          | 0.63          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 4.98              | 46.18         | 2.4           | 1.75          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.91              | 51.09         | 0.74          | 0.72          |
| Naididae                 | 4.8               | 55.88         | 0.78          | 0.82          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.54              | 60.42         | 0.96          | 1.12          |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.01              | 64.43         | 0.65          | 0.75          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.58              | 68.01         | 0.55          | 0             |
| Acari                    | 3.43              | 71.43         | 0.63          | 0.23          |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.05              | 74.48         | 0.41          | 0.3           |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.77              | 77.25         | 0.39          | 0.36          |
| Poduromorpha             | 2.34              | 79.59         | 0.39          | 0             |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 2.3               | 81.89         | 0.38          | 0             |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.3               | 84.19         | 0.46          | 0.43          |
| Ephydriidae              | 2.24              | 86.42         | 0             | 0.36          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Podonomus</i> sp.     | 2.03 | 88.45 | 0.34 | 0    |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.85 | 90.3  | 0.2  | 0.2  |
| Muscidae                 | 1.7  | 92.01 | 0    | 0.35 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 1.63 | 93.63 | 0    | 0.29 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.37 | 95.01 | 0.2  | 0    |
| Turbellaria              | 1.12 | 96.13 | 0.18 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.04 | 97.17 | 0.18 | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.83 | 98    | 0    | 0.2  |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0.74 | 98.75 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.71 | 99.46 | 0.12 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.54 | 100   | 0    | 0.08 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Oligochaeta              | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Roca con musgo y  
restos de vegetación**

**Disimilaridad Promedio 55.96**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 8.37              | 8.37          | 2.4           | 1.69          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 7.18              | 15.55         | 1.68          | 0.75          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 7.16              | 22.7          | 1.46          | 0.52          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 6.25              | 28.95         | 0.99          | 0.84          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.61              | 34.56         | 1.37          | 1.13          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 5.47              | 40.03         | 0.74          | 0.88          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 5.22              | 45.25         | 0.84          | 0.2           |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 4.91              | 50.16         | 0.65          | 1.06          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.6               | 54.76         | 0.96          | 0.67          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 4.59              | 59.34         | 0.81          | 0.38          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.5               | 63.84         | 0.38          | 0.66          |
| Naididae                 | 4.09              | 67.93         | 0.78          | 0.96          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.54              | 71.47         | 0.55          | 0.54          |
| Acari                    | 3.48              | 74.95         | 0.63          | 0.15          |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.12              | 78.07         | 0.41          | 0.3           |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 2.7               | 80.77         | 0.34          | 0.27          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.59              | 83.36         | 0.39          | 0.56          |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.58              | 85.94         | 0.46          | 0.27          |
| Poduromorpha             | 2.55              | 88.49         | 0.39          | 0.38          |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.99              | 90.48         | 0.2           | 0.31          |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.84              | 92.32         | 0             | 0.38          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.39 | 93.71 | 0.2  | 0.08 |
| <i>Turbellaria</i>       | 1.31 | 95.02 | 0.18 | 0.08 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.28 | 96.29 | 0.12 | 0.18 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.03 | 97.32 | 0.18 | 0    |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0.69 | 98.01 | 0.08 | 0.08 |
| Ephydridae               | 0.55 | 98.57 | 0    | 0.12 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.36 | 98.93 | 0    | 0.08 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.36 | 99.29 | 0    | 0.08 |
| Oligochaeta              | 0.36 | 99.65 | 0    | 0.08 |
| Muscidae                 | 0.35 | 100   | 0    | 0.08 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Poza con alga y restos  
de vegetación**

**Disimilaridad Promedio 64.37**

| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b> | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 9.92              | 9.92          | 1.78          | 0.38          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 9.13              | 19.05         | 1.8           | 0.84          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 8.51              | 27.56         | 1.75          | 1.69          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 6.38              | 33.94         | 0.63          | 1.13          |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 5.97              | 39.9          | 1.12          | 0.67          |
| Naididae                 | 5.73              | 45.63         | 0.82          | 0.96          |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 5.5               | 51.13         | 0.75          | 1.06          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 5.25              | 56.38         | 0.72          | 0.88          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 5.19              | 61.56         | 0.81          | 0.52          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.65              | 66.21         | 0.52          | 0.75          |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 3.01              | 69.22         | 0             | 0.66          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.97              | 72.2          | 0.36          | 0.56          |
| Ephydridae               | 2.66              | 74.85         | 0.36          | 0.12          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.51              | 77.36         | 0             | 0.54          |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.32              | 79.68         | 0.43          | 0.27          |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 2.21              | 81.89         | 0.4           | 0.2           |
| <i>Simulium</i> sp.      | 2.15              | 84.04         | 0.3           | 0.3           |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.82              | 85.87         | 0             | 0.38          |
| Poduromorpha             | 1.79              | 87.66         | 0             | 0.38          |
| Muscidae                 | 1.75              | 89.41         | 0.35          | 0.08          |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 1.69              | 91.1          | 0.29          | 0             |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.6               | 92.7          | 0.2           | 0.31          |
| Acari                    | 1.32              | 94.02         | 0.23          | 0.15          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Podonomus</i> sp.     | 1.29 | 95.3  | 0    | 0.27 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0.85 | 96.15 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0.83 | 96.98 | 0    | 0.18 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.8  | 97.78 | 0.08 | 0.08 |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.78 | 98.57 | 0.2  | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.36 | 98.92 | 0    | 0.08 |
| Dugesidae                | 0.36 | 99.28 | 0    | 0.08 |
| Oligochaeta              | 0.36 | 99.64 | 0    | 0.08 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0.36 | 100   | 0    | 0.08 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Anexo 10.** Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel temporal en la quebrada Chicucha.

| Setiembre y diciembre   |            | Disimilaridad Promedio 39.06 |        |        |
|-------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| Naididae                | 8.57       | 8.57                         | 1.31   | 0.54   |
| Oligochaeta             | 7.22       | 15.8                         | 0.89   | 0.26   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 6.97       | 22.77                        | 0.95   | 0.63   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 6.9        | 29.67                        | 1.55   | 2.2    |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 6.29       | 35.96                        | 2.39   | 1.83   |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 5.89       | 41.84                        | 0.96   | 0.3    |
| <i>Tipula</i> sp.       | 5.67       | 47.51                        | 0.99   | 0.4    |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 5.45       | 52.97                        | 1.15   | 1.1    |
| <i>Hexatoma</i> sp.     | 4.71       | 57.67                        | 0.74   | 0.65   |
| <i>Metrichia</i> sp.    | 4.37       | 62.04                        | 0.51   | 0.2    |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 4.36       | 66.39                        | 1.1    | 0.63   |
| <i>Bezzia</i> sp.       | 4.09       | 70.48                        | 0.46   | 0.06   |
| <i>Cailloma</i> sp.     | 4.06       | 74.54                        | 0.56   | 0.16   |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 3.83       | 78.37                        | 1.42   | 1.47   |
| Acari                   | 3.79       | 82.16                        | 0.49   | 0.12   |
| <i>Tabanus</i> sp.      | 3.29       | 85.45                        | 0.42   | 0.1    |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 2.84       | 88.3                         | 0.32   | 0.26   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.  | 2.21       | 90.51                        | 0.28   | 0      |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 1.95       | 92.46                        | 0.22   | 0.06   |
| Turbellaria             | 1.74       | 94.2                         | 0.22   | 0.06   |
| Poduromorpha            | 1.33       | 95.53                        | 0.06   | 0.12   |
| Muscidae                | 1.3        | 96.82                        | 0.12   | 0.06   |
| <i>Meridialaris</i> sp. | 0.9        | 97.72                        | 0.12   | 0      |



|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.79 | 98.51 | 0.06 | 0.06 |
| Ephydridae               | 0.51 | 99.02 | 0    | 0.06 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.51 | 99.52 | 0    | 0.06 |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 0.48 | 100   | 0.06 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Setiembre y marzo        |            | Disimilaridad Promedio 84.91 |        |        |
|--------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                 | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 12.76      | 12.76                        | 2.39   | 0.3    |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 9.53       | 22.29                        | 1.55   | 0.1    |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 9.48       | 31.77                        | 1.42   | 0      |
| Naididae                 | 6.88       | 38.64                        | 1.31   | 0.16   |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 6.66       | 45.3                         | 1.1    | 0.06   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.97       | 51.27                        | 1.15   | 0.19   |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 5.76       | 57.03                        | 0.96   | 0.06   |
| <i>Tipula</i> sp.        | 5.73       | 62.77                        | 0.99   | 0.06   |
| Oligochaeta              | 5.13       | 67.9                         | 0.89   | 0.12   |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 4.83       | 72.73                        | 0.74   | 0      |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.2        | 76.92                        | 0.95   | 0.39   |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.97       | 79.89                        | 0.46   | 0.06   |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.86       | 82.75                        | 0.56   | 0.06   |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 2.65       | 85.4                         | 0.51   | 0.06   |
| Acari                    | 2.49       | 87.89                        | 0.49   | 0.06   |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 2.16       | 90.05                        | 0.42   | 0.1    |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.73       | 91.78                        | 0.12   | 0.28   |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.66       | 93.45                        | 0.32   | 0      |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.43       | 94.88                        | 0.28   | 0      |
| Turbellaria              | 1.19       | 96.07                        | 0.22   | 0      |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 1.18       | 97.24                        | 0.22   | 0      |
| <i>Prionocyphon</i> sp.  | 1.05       | 98.29                        | 0.06   | 0.14   |
| Muscidae                 | 0.91       | 99.2                         | 0.12   | 0      |
| Poduromorpha             | 0.52       | 99.72                        | 0.06   | 0.06   |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.28       | 100                          | 0.06   | 0      |

|                          |   |     |   |   |
|--------------------------|---|-----|---|---|
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Ephydridae               | 0 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0 | 100 | 0 | 0 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0 | 100 | 0 | 0 |

| Setiembre y julio       | Disimilaridad Promedio 50.85 |        |        |        |
|-------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. %                   | Cum. % | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 6.48                         | 6.48   | 1.55   | 0.71   |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 5.82                         | 12.29  | 1.15   | 2.1    |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 5.38                         | 17.67  | 0.22   | 1.13   |
| Naididae                | 5.11                         | 22.78  | 1.31   | 0.98   |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 5                            | 27.78  | 1.42   | 0.84   |
| <i>Simulium</i> sp.     | 4.6                          | 32.38  | 0      | 0.81   |
| <i>Podonomopsis</i> sp. | 4.53                         | 36.9   | 0      | 0.83   |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 4.46                         | 41.37  | 2.39   | 1.83   |
| Oligochaeta             | 4.45                         | 45.82  | 0.89   | 0.3    |
| <i>Hexatoma</i> sp.     | 4.29                         | 50.11  | 0.74   | 0      |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 3.88                         | 53.99  | 0.95   | 0.98   |
| Acari                   | 3.78                         | 57.77  | 0.49   | 0.91   |
| <i>Meridialaris</i> sp. | 3.73                         | 61.5   | 0.12   | 0.75   |
| <i>Podonomus</i> sp.    | 3.72                         | 65.23  | 0      | 0.65   |
| <i>Tipula</i> sp.       | 3.39                         | 68.62  | 0.99   | 0.54   |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 3.11                         | 71.73  | 0.96   | 0.87   |
| <i>Parochlus</i> sp.    | 3.02                         | 74.75  | 0      | 0.55   |
| <i>Cailloma</i> sp.     | 2.83                         | 77.59  | 0.56   | 0.14   |
| <i>Metrichia</i> sp.    | 2.7                          | 80.28  | 0.51   | 0      |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 2.67                         | 82.96  | 0.32   | 0.56   |
| <i>Bezzia</i> sp.       | 2.56                         | 85.51  | 0.46   | 0.1    |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 2.45                         | 87.96  | 1.1    | 0.9    |
| <i>Prionocyphon</i> sp. | 2.11                         | 90.07  | 0.06   | 0.4    |
| <i>Tabanus</i> sp.      | 2.1                          | 92.17  | 0.42   | 0.1    |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| Poduromorpha             | 1.6  | 93.77 | 0.06 | 0.3  |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.56 | 95.32 | 0    | 0.29 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.38 | 96.7  | 0.28 | 0.22 |
| Turbellaria              | 1.15 | 97.84 | 0.22 | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.86 | 98.7  | 0    | 0.14 |
| Muscidae                 | 0.8  | 99.5  | 0.12 | 0.06 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.5  | 100   | 0.06 | 0.06 |
| Ephydridae               | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Diciembre y marzo       |            | Disimilaridad Promedio 83.7 |        |        |
|-------------------------|------------|-----------------------------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. % | Cum. %                      | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 18.84      | 18.84                       | 2.2    | 0.1    |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 13.63      | 32.47                       | 1.83   | 0.3    |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 13.22      | 45.69                       | 1.47   | 0      |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 7.96       | 53.65                       | 1.1    | 0.19   |
| <i>Hexatoma</i> sp.     | 6.28       | 59.93                       | 0.65   | 0      |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 5.12       | 65.05                       | 0.63   | 0.06   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 4.92       | 69.98                       | 0.63   | 0.39   |
| Naididae                | 4.55       | 74.53                       | 0.54   | 0.16   |
| <i>Tipula</i> sp.       | 3.23       | 77.75                       | 0.4    | 0.06   |
| Oligochaeta             | 2.93       | 80.68                       | 0.26   | 0.12   |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 2.86       | 83.55                       | 0.3    | 0.06   |
| <i>Meridialaris</i> sp. | 2.32       | 85.87                       | 0      | 0.28   |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 2.09       | 87.95                       | 0.26   | 0      |
| <i>Metrichia</i> sp.    | 1.91       | 89.87                       | 0.2    | 0.06   |
| <i>Cailloma</i> sp.     | 1.34       | 91.21                       | 0.16   | 0.06   |
| Poduromorpha            | 1.27       | 92.48                       | 0.12   | 0.06   |
| <i>Tabanus</i> sp.      | 1.23       | 93.71                       | 0.1    | 0.1    |
| Scirtidae               | 1.21       | 94.92                       | 0      | 0.14   |
| Acari                   | 1.08       | 95.99                       | 0.12   | 0.06   |
| <i>Bezzia</i> sp.       | 0.95       | 96.95                       | 0.06   | 0.06   |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 0.69       | 97.64                       | 0.06   | 0      |
| Muscidae                | 0.54       | 98.18                       | 0.06   | 0      |
| Ephydridae              | 0.46       | 98.64                       | 0.06   | 0      |

|                          |      |       |      |   |
|--------------------------|------|-------|------|---|
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.46 | 99.09 | 0.06 | 0 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.46 | 99.55 | 0.06 | 0 |
| Turbellaria              | 0.46 | 100   | 0.06 | 0 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0 |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0 |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0 |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0 |

| Diciembre y julio       |            | Disimilaridad Promedio 55.09 |        |        |
|-------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 9.71       | 9.71                         | 2.2    | 0.71   |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 6.58       | 16.28                        | 0.06   | 1.13   |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 6.43       | 22.71                        | 1.1    | 2.1    |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 5          | 27.7                         | 1.47   | 0.84   |
| <i>Podonomopsis</i> sp. | 4.97       | 32.67                        | 0      | 0.83   |
| Acari                   | 4.93       | 37.6                         | 0.12   | 0.91   |
| <i>Simulium</i> sp.     | 4.86       | 42.46                        | 0.06   | 0.81   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 4.49       | 46.95                        | 0.63   | 0.98   |
| <i>Meridialaris</i> sp. | 4.45       | 51.39                        | 0      | 0.75   |
| Naididae                | 4.31       | 55.7                         | 0.54   | 0.98   |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 4.26       | 59.96                        | 0.3    | 0.87   |
| <i>Hexatoma</i> sp.     | 4.23       | 64.19                        | 0.65   | 0      |
| <i>Podonomus</i> sp.    | 4.12       | 68.31                        | 0      | 0.65   |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 3.7        | 72.01                        | 1.83   | 1.83   |
| <i>Parochlus</i> sp.    | 3.3        | 75.31                        | 0      | 0.55   |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 2.7        | 78.01                        | 0.26   | 0.56   |
| <i>Tipula</i> sp.       | 2.55       | 80.56                        | 0.4    | 0.54   |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 2.53       | 83.09                        | 0.63   | 0.9    |
| Oligochaeta             | 2.51       | 85.6                         | 0.26   | 0.3    |
| <i>Prionocyphon</i> sp. | 2.5        | 88.1                         | 0      | 0.4    |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| Poduromorpha             | 1.96 | 90.06 | 0.12 | 0.3  |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.7  | 91.76 | 0    | 0.29 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 1.33 | 93.08 | 0.16 | 0.14 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.26 | 94.34 | 0    | 0.22 |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 1.21 | 95.55 | 0.2  | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.96 | 96.51 | 0    | 0.14 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0.87 | 97.38 | 0.1  | 0.1  |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 0.77 | 98.15 | 0.06 | 0.1  |
| Muscidae                 | 0.58 | 98.74 | 0.06 | 0.06 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.56 | 99.3  | 0.06 | 0.06 |
| Ephydriidae              | 0.35 | 99.65 | 0.06 | 0    |
| Turbellaria              | 0.35 | 100   | 0.06 | 0    |

| Marzo y julio           | Disimilaridad Promedio 83.91 |        |        |        |
|-------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. %                   | Cum. % | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 11.83                        | 11.83  | 0.19   | 2.1    |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 8.96                         | 20.79  | 0.3    | 1.83   |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 6.78                         | 27.57  | 0      | 1.13   |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 5.47                         | 33.04  | 0      | 0.84   |
| Acari                   | 5.14                         | 38.19  | 0.06   | 0.91   |
| <i>Simulium</i> sp.     | 5                            | 43.18  | 0      | 0.81   |
| Naididae                | 4.86                         | 48.04  | 0.16   | 0.98   |
| <i>Podonomopsis</i> sp. | 4.79                         | 52.83  | 0      | 0.83   |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 4.74                         | 57.58  | 0.06   | 0.9    |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 4.66                         | 62.24  | 0.06   | 0.87   |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 4.48                         | 66.72  | 0.1    | 0.71   |
| <i>Podonomus</i> sp.    | 4.09                         | 70.81  | 0      | 0.65   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 3.66                         | 74.47  | 0.39   | 0.98   |
| <i>Meridialaris</i> sp. | 3.31                         | 77.78  | 0.28   | 0.75   |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 3.14                         | 80.93  | 0      | 0.56   |
| <i>Parochlus</i> sp.    | 3.12                         | 84.04  | 0      | 0.55   |
| <i>Tipula</i> sp.       | 3.05                         | 87.09  | 0.06   | 0.54   |
| <i>Prionocyphon</i> sp. | 2.31                         | 89.41  | 0.14   | 0.4    |
| Oligochaeta             | 1.85                         | 91.26  | 0.12   | 0.3    |
| Poduromorpha            | 1.74                         | 93     | 0.06   | 0.3    |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 1.59 | 94.59 | 0    | 0.29 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.17 | 95.77 | 0    | 0.22 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0.96 | 96.73 | 0    | 0.14 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 0.85 | 97.58 | 0.06 | 0.14 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 0.79 | 98.37 | 0.1  | 0.1  |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 0.68 | 99.05 | 0.06 | 0.1  |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 0.33 | 99.38 | 0.06 | 0    |
| Muscidae                 | 0.31 | 99.69 | 0    | 0.06 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.31 | 100   | 0    | 0.06 |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Turbellaria              | 0    | 100   | 0    | 0    |

**Anexo 11.** Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel temporal en la quebrada Ccollpahuaycco.

| Disimilaridad Promedio 50.29 |            |        |        |        |
|------------------------------|------------|--------|--------|--------|
| Setiembre y diciembre        |            |        |        |        |
| Especies                     | Contrib. % | Cum. % | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.        | 9.03       | 9.03   | 1.24   | 1.41   |
| <i>Alotanypus</i> sp.        | 8.16       | 17.18  | 0.75   | 1.11   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.       | 7.4        | 24.58  | 1.11   | 0.24   |
| <i>Andesiops</i> sp.         | 6.87       | 31.45  | 0.5    | 1.01   |
| <i>Cricotopus</i> sp.        | 6.5        | 37.95  | 1.88   | 1.73   |
| Naididae                     | 6.25       | 44.2   | 0.4    | 0.95   |
| <i>Metrichia</i> sp.         | 5.83       | 50.04  | 0.96   | 0.88   |
| <i>Pentaneura</i> sp.        | 5.08       | 55.11  | 0.79   | 0.48   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.      | 4.74       | 59.85  | 0.56   | 0.65   |
| <i>Neoplasta</i> sp.         | 4.55       | 64.41  | 1.04   | 0.93   |
| Oligochaeta                  | 4.07       | 68.48  | 0.36   | 0.16   |
| <i>Austrelmis</i> sp.        | 3.87       | 72.34  | 1.12   | 0.86   |
| <i>Claudioperla</i> sp.      | 3.86       | 76.21  | 0.59   | 0.18   |
| Poduromorpha                 | 3.44       | 79.65  | 0.47   | 0.06   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Cailloma</i> sp.      | 3.39 | 83.04 | 0.51 | 0.06 |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 3.24 | 86.28 | 0.66 | 0.39 |
| Ephydridae               | 2.92 | 89.19 | 0.39 | 0    |
| Acari                    | 2.88 | 92.07 | 0.42 | 0.06 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.68 | 93.74 | 0.19 | 0.12 |
| Psychodidae              | 1.37 | 95.11 | 0.17 | 0    |
| Muscidae                 | 1.14 | 96.24 | 0.16 | 0    |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 1.01 | 97.25 | 0    | 0.12 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.98 | 98.24 | 0.06 | 0.06 |
| Turbellaria              | 0.92 | 99.15 | 0    | 0.14 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.85 | 100   | 0    | 0.12 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Setiembre y marzo       |            | Disimilaridad Promedio 69.31 |        |        |
|-------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.   | 9.11       | 9.11                         | 1.88   | 1.06   |
| <i>Tanytarsus</i> sp.   | 7.95       | 17.06                        | 1.24   | 0.12   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.  | 7.93       | 24.99                        | 1.11   | 0      |
| <i>Metrichia</i> sp.    | 6.88       | 31.86                        | 0.96   | 0.92   |
| <i>Andesiops</i> sp.    | 6.68       | 38.55                        | 0.5    | 1.06   |
| <i>Neoplasta</i> sp.    | 6.61       | 45.16                        | 1.04   | 0.33   |
| <i>Austrelmis</i> sp.   | 5.24       | 50.4                         | 1.12   | 0.76   |
| <i>Alotanypus</i> sp.   | 5.18       | 55.58                        | 0.75   | 0      |
| <i>Coriynoneura</i> sp. | 5.11       | 60.69                        | 0.56   | 0.73   |
| Oligochaeta             | 4.75       | 65.44                        | 0.36   | 0.19   |
| <i>Bezzia</i> sp.       | 4.73       | 70.16                        | 0.66   | 0.18   |
| <i>Pentaneura</i> sp.   | 4.52       | 74.68                        | 0.79   | 0.16   |
| <i>Claudioperla</i> sp. | 3.96       | 78.64                        | 0.59   | 0      |
| Poduromorpha            | 3.24       | 81.89                        | 0.47   | 0      |
| <i>Cailloma</i> sp.     | 3.12       | 85                           | 0.51   | 0.18   |
| Naididae                | 3.06       | 88.06                        | 0.4    | 0.36   |
| Ephydridae              | 2.73       | 90.79                        | 0.39   | 0      |
| Acari                   | 2.62       | 93.41                        | 0.42   | 0.06   |
| Psychodidae             | 1.3        | 94.7                         | 0.17   | 0      |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.24 | 95.94 | 0.19 | 0    |
| Muscidae                 | 1.05 | 97    | 0.16 | 0    |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.96 | 97.96 | 0.06 | 0    |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 0.8  | 98.76 | 0    | 0.14 |
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.7  | 99.45 | 0    | 0.12 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0.55 | 100   | 0    | 0.1  |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Turbellaria              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Setiembre y julio        |            | Disimilaridad Promedio 56.83 |        |        |
|--------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                 | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 6.84       | 6.84                         | 0      | 1.37   |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 6.21       | 13.04                        | 1.24   | 1.46   |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.67       | 18.72                        | 0.75   | 1.26   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.29       | 24                           | 0.56   | 1.28   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 4.96       | 28.97                        | 1.11   | 0.06   |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.82       | 33.78                        | 0.79   | 1.42   |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 4.27       | 38.05                        | 1.88   | 2.31   |
| Acari                    | 4.25       | 42.31                        | 0.42   | 1.06   |
| Naididae                 | 4.18       | 46.49                        | 0.4    | 1      |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 4.17       | 50.65                        | 0.5    | 0.99   |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.95       | 54.6                         | 0.96   | 1.03   |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.74       | 58.35                        | 0      | 0.75   |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.5        | 61.85                        | 1.04   | 0.58   |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 3.5        | 65.35                        | 1.12   | 1.07   |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.15       | 68.5                         | 0      | 0.61   |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 2.69       | 71.19                        | 0      | 0.53   |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.68       | 73.86                        | 0      | 0.5    |
| Oligochaeta              | 2.58       | 76.45                        | 0.36   | 0.43   |



|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.37 | 78.82 | 0.66 | 0.33 |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.35 | 81.17 | 0.51 | 0.42 |
| Poduromorpha             | 2.35 | 83.51 | 0.47 | 0.3  |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 2.29 | 85.8  | 0.59 | 0.94 |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.86 | 87.65 | 0    | 0.39 |
| Ephydridae               | 1.83 | 89.48 | 0.39 | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.61 | 91.09 | 0    | 0.31 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.58 | 92.66 | 0.19 | 0.31 |
| Muscidae                 | 1.52 | 94.18 | 0.16 | 0.34 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.3  | 95.49 | 0    | 0.26 |
| Tipula sp.               | 1.03 | 96.52 | 0.06 | 0.22 |
| Psychodidae              | 1    | 97.51 | 0.17 | 0.06 |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.95 | 98.46 | 0    | 0.22 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.95 | 99.41 | 0    | 0.2  |
| Turbellaria              | 0.59 | 100   | 0    | 0.12 |

| Diciembre y marzo        |            | Disimilaridad Promedio 62.52 |        |        |
|--------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
| Especies                 | Contrib. % | Cum. %                       | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 13.24      | 13.24                        | 1.41   | 0.12   |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 10.26      | 23.5                         | 1.73   | 1.06   |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 10.07      | 33.58                        | 1.11   | 0      |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 7.78       | 41.35                        | 0.88   | 0.92   |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 7.75       | 49.1                         | 0.93   | 0.33   |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 7.4        | 56.5                         | 1.01   | 1.06   |
| Naididae                 | 7.28       | 63.78                        | 0.95   | 0.36   |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 5.97       | 69.76                        | 0.86   | 0.76   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.96       | 75.71                        | 0.65   | 0.73   |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 4.18       | 79.89                        | 0.48   | 0.16   |
| Oligochaeta              | 3.7        | 83.59                        | 0.16   | 0.19   |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 3.03       | 86.62                        | 0.39   | 0.18   |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.86       | 88.48                        | 0.24   | 0      |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 1.61       | 90.09                        | 0.12   | 0.14   |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 1.57       | 91.66                        | 0.18   | 0      |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 1.41       | 93.07                        | 0.06   | 0.18   |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 1.21       | 94.28                        | 0.12   | 0      |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.21       | 95.5                         | 0.12   | 0      |
| Turbellaria              | 0.99       | 96.49                        | 0.14   | 0      |
| Acari                    | 0.92       | 97.4                         | 0.06   | 0.06   |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| <i>Simulium</i> sp.      | 0.83 | 98.24 | 0    | 0.12 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 0.68 | 98.92 | 0.06 | 0    |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 0.65 | 99.57 | 0    | 0.1  |
| Poduromorpha             | 0.43 | 100   | 0.06 | 0    |
| Psychodidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |
| Muscidae                 | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 0    | 100   | 0    | 0    |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 0    | 100   | 0    | 0    |

| <b>Diciembre y julio</b> | <b>Disimilaridad Promedio 53.87</b> |               |               |               |
|--------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Especies</b>          | <b>Contrib. %</b>                   | <b>Cum. %</b> | <b>Mean 1</b> | <b>Mean 2</b> |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 7.06                                | 7.06          | 0.12          | 1.37          |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 5.9                                 | 12.96         | 0.48          | 1.42          |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.69                                | 18.65         | 0.65          | 1.28          |
| Acarí                    | 5.6                                 | 24.24         | 0.06          | 1.06          |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 5.59                                | 29.84         | 1.41          | 1.46          |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 5.46                                | 35.29         | 1.11          | 1.26          |
| Naididae                 | 4.32                                | 39.62         | 0.95          | 1             |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.28                                | 43.89         | 0.86          | 1.07          |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 4.25                                | 48.14         | 0.18          | 0.94          |
| <i>Simulium</i> sp.      | 4.2                                 | 52.33         | 0             | 0.75          |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 3.77                                | 56.1          | 1.73          | 2.31          |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 3.76                                | 59.86         | 0.88          | 1.03          |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 3.63                                | 63.49         | 1.01          | 0.99          |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.54                                | 67.03         | 0             | 0.61          |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 3.41                                | 70.43         | 0.93          | 0.58          |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 3.01                                | 73.45         | 0             | 0.53          |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.85                                | 76.29         | 0.12          | 0.5           |
| Oligochaeta              | 2.5                                 | 78.79         | 0.16          | 0.43          |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 2.34                                | 81.14         | 0.39          | 0.33          |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2.3                                 | 83.43         | 0.06          | 0.42          |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 2.07                                | 85.51         | 0             | 0.39          |

|                          |      |       |      |      |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| Poduromorpha             | 1.85 | 87.36 | 0.06 | 0.3  |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.81 | 89.16 | 0    | 0.31 |
| Muscidae                 | 1.74 | 90.9  | 0    | 0.34 |
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.69 | 92.58 | 0.12 | 0.31 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.46 | 94.04 | 0    | 0.26 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 1.27 | 95.31 | 0.24 | 0.06 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 1.18 | 96.49 | 0.06 | 0.22 |
| Turbellaria              | 1.1  | 97.59 | 0.14 | 0.12 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 1.06 | 98.65 | 0    | 0.2  |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 1.06 | 99.71 | 0    | 0.22 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0.29 | 100   | 0    | 0.06 |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0    | 0    |

| Marzo y julio            | Disimilaridad Promedio 71.32 |        |        |        |
|--------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
| Especies                 | Contrib. %                   | Cum. % | Mean 1 | Mean 2 |
| <i>Cricotopus</i> sp.    | 7.22                         | 7.22   | 1.06   | 2.31   |
| <i>Tanytarsus</i> sp.    | 6.87                         | 14.09  | 0.12   | 1.46   |
| <i>Pentaneura</i> sp.    | 6.48                         | 20.56  | 0.16   | 1.42   |
| <i>Paraheptagyia</i> sp. | 6.41                         | 26.97  | 0.14   | 1.37   |
| <i>Alotanypus</i> sp.    | 6.08                         | 33.05  | 0      | 1.26   |
| <i>Coriynoneura</i> sp.  | 5.31                         | 38.36  | 0.73   | 1.28   |
| Acari                    | 5.2                          | 43.56  | 0.06   | 1.06   |
| <i>Claudioperla</i> sp.  | 4.74                         | 48.3   | 0      | 0.94   |
| <i>Metrichia</i> sp.     | 4.28                         | 52.57  | 0.92   | 1.03   |
| Naididae                 | 4.19                         | 56.77  | 0.36   | 1      |
| <i>Austrelmis</i> sp.    | 4.12                         | 60.89  | 0.76   | 1.07   |
| <i>Simulium</i> sp.      | 3.73                         | 64.63  | 0.12   | 0.75   |
| <i>Andesiops</i> sp.     | 3.56                         | 68.18  | 1.06   | 0.99   |
| <i>Podonomus</i> sp.     | 3.25                         | 71.43  | 0      | 0.61   |
| <i>Hexatoma</i> sp.      | 2.79                         | 74.22  | 0      | 0.5    |
| <i>Gigantodax</i> sp.    | 2.76                         | 76.98  | 0      | 0.53   |
| <i>Neoplasta</i> sp.     | 2.74                         | 79.72  | 0.33   | 0.58   |
| Oligochaeta              | 2.35                         | 82.07  | 0.19   | 0.43   |
| <i>Cailloma</i> sp.      | 2                            | 84.07  | 0.18   | 0.42   |
| <i>Meridialaris</i> sp.  | 1.91                         | 85.98  | 0.1    | 0.39   |
| <i>Bezzia</i> sp.        | 1.88                         | 87.86  | 0.18   | 0.33   |

|                          |      |       |   |      |
|--------------------------|------|-------|---|------|
| <i>Tabanus</i> sp.       | 1.75 | 89.61 | 0 | 0.31 |
| Poduromorpha             | 1.67 | 91.28 | 0 | 0.3  |
| <i>Parochlus</i> sp.     | 1.66 | 92.94 | 0 | 0.31 |
| Muscidae                 | 1.56 | 94.5  | 0 | 0.34 |
| <i>Polycentropus</i> sp. | 1.33 | 95.83 | 0 | 0.26 |
| <i>Tipula</i> sp.        | 1.16 | 96.99 | 0 | 0.22 |
| <i>Podonomopsis</i> sp.  | 0.95 | 97.94 | 0 | 0.2  |
| <i>Leptohyphes</i> sp.   | 0.94 | 98.88 | 0 | 0.22 |
| Turbellaria              | 0.6  | 99.47 | 0 | 0.12 |
| <i>Nectopsyche</i> sp.   | 0.27 | 99.74 | 0 | 0.06 |
| <i>Pericoma</i> sp.      | 0.26 | 100   | 0 | 0.06 |
| Ephydriidae              | 0    | 100   | 0 | 0    |

**Anexo 12.** Porcentaje de la varianza de los ejes en la quebrada Chicucha.

| Axis | Eigenvalue | %     |
|------|------------|-------|
| 1    | 0,21257    | 68,06 |
| 2    | 0,069708   | 22,32 |
| 3    | 0,030028   | 9,615 |

**Anexo 13.** Porcentaje de la varianza de los ejes en la quebrada Ccollpahuaycco.

| Axis | Eigenvalue | %        |
|------|------------|----------|
| 1    | 0,11664    | 63,46    |
| 2    | 0,067147   | 36,54    |
| 3    | 3,16E-09   | 1.72E-06 |